

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ имени С.М. Кирова»

И.А. Маркова, доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЛЕСОВЫРАЩИВАНИЯ

(Лесокультурное производство)

Учебное пособие
для студентов, магистрантов и аспирантов
специальности 250201 – «Лесное хозяйство»

«Допущено УМО по образованию в области лесного дела»
в качестве учебного пособия для студентов вузов, магистрантов
и аспирантов, обучающихся по специальности
250201 – «Лесное хозяйство»

Санкт-Петербург,

2008

Рассмотрено и рекомендовано к изданию
Методической комиссией лесохозяйственного факультета
Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии

Отв. редактор
зав. кафедрой лесных культур, кандидат сельскохозяйственных наук
доцент,
Ю.И. Данилов

Рецензенты:

Проф. кафедры лесоводства, доктор сельскохозяйственных наук
А.П. Смирнов

Зав. лабораторией лесовосстановления ФГУ «Санкт-Петербургский
научно-исследовательский институт лесного хозяйства», кандидат
биологических наук **Д.А. Шабунин**

УДК 630*232

И.А. Маркова. **Современные проблемы лесовыращивания
(Лесокультурное производство): Учебное пособие.** СПб.: СПбГЛТА,
2008. 152 с.

Представлено кафедрой лесных культур.

В учебном пособии рассмотрены новые научные разработки и прогрессивные технологии лесного семеноводства, питомнического и лесокультурного дела. Дана современная система машин для их реализации в производстве. Приведены критерии и индикаторы экологической сертификации при лесовосстановлении. Освещены проблемные вопросы ведения лесного хозяйства в зонах радиоактивного загрязнения.

Предназначено для аспирантов, магистрантов и студентов старших курсов специальности 250201 – «Лесное хозяйство».

Ил.	Табл.	Рекомендуемая литература по каждой теме
-----	-------	---

Темплан 2008 г.
ISBN

Санкт-Петербургская государственная
лесотехническая академия (СПбГЛТА), 2008

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	С. 5
ЛЕСНОЕ СЕМЕНОВОДСТВО	6
Глава 1. Приоритетные направления развития селекционного лесного семеноводства	6
1.1. Основные составляющие Единого генетико-селекционного комплекса	6
1.2. Популяционная и индивидуальная схемы селекции	8
1.3. Основные направления работ селекционной работы на Северо-Западе России	10
Глава 2. Семенные плантации северных экотипов сосны обыкновенной	14
Глава 3. Анализ шведской и российской технологий лесного семеноводства	19
Глава 4. Международный стандарт качества семян. Методы кондиционирования	28
4.1. Теоретические основы подготовки семян к посеву	28
4.2. Моменты, которые необходимо учитывать при кондиционировании семян	30
4.3. Показатели качества по международному стандарту	31
4.4. Основные методы кондиционирования семян	33
ПОСАДОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ. ЛЕСНЫЕ ПИТОМНИКИ	42
Глава 5. Микроклональное размножение и перспективы его использования в лесном хозяйстве	42
5.1. Факторы, влияющие на процесс микроразмножения	45
5.2. Этапы клонального размножения	46
5.3. Методы микроразмножения	53
5.4. Оздоровление посадочного материала от вирусов	54
Глава 6. Технологии и оборудование для контейнерного производства	56
6.1. Выбор оптимального вида контейнера	58
6.2. Агротехника выращивания и необходимое оборудование	61
Глава 7. Целевой посадочный материал	68
7.1. Характеристика основных видов посадочного материала	68
7.2. Посадочный материал для ускоренного лесовыращивания	77
Глава 8. Система машин для питомников	81
ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ	87
Глава 9. Лесные культуры целевого назначения	87
9.1. Лесосырьевые плантации хвойных пород	87
9.2. Плантации ивового прута	96
9.3. Энергетические (топливные) плантации	97
Глава 10. Интродуценты в лесных культурах Северо-Запада России	100
10.1. Лиственница	102
10.2. Сосна	104
Глава 11. Основы ведения лесного хозяйства в зонах радиоактивного загрязнения	112
11.1. Естественный и техногенный радиационный фон	112
11.2. Поражение и пострadiационное восстановление в природных биogeоценозах	114
11.3. Особенности лесовосстановления на загрязненных радионуклидами территориях	116

11.4. Технологические контрмеры	119
11.5. Особенности лесопользования	126
Глава 12. Современные технологии и система машин для создания лесных культур	129
Глава 13. Критерии и индикаторы экологической сертификации в лесокультурном производстве	145
КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ	153

ПРЕДИСЛОВИЕ

В связи с бесконечными реорганизациями лесного хозяйства и недопустимо низким финансированием работ по лесовосстановлению, в последние десятилетия отмечается существенное отставание реализуемых на практике технологий от современного мирового уровня лесокультурного дела.

Создавать лесные культуры, высаживая 5...6 тыс. шт./га нестандартных сеянцев на вырубке без соответствующей подготовки площади, невыгодно, так как при этом не используется потенциальное плодородие почвы, не реализуются генетические возможности селекционно-улучшенного посадочного материала, а отсутствие своевременного ухода губит даже то, что выросло. В результате складывается ложное представление о неэффективности лесокультурного производства, что противоречит практическому опыту отечественных лесоводов и данным современной науки.

Недостаточное количество селекционного посадочного материала, в том числе размноженного культурой тканей, сдерживает внедрение в производство сортовых сеянцев и саженцев древесных пород с заданным целевым качеством древесины и высокой интенсивностью роста.

В связи с изложенным, *цель* изучения данной дисциплины – обратить внимание выпускников лесохозяйственного факультета ЛТА на прогрессивные приемы и современные технологии лесокультурного производства, а также необходимость усиления контроля за фактической эффективностью лесовосстановления при проведении сертификации лесной продукции.

Учебное пособие состоит из цикла лекций по проблемным вопросам лесокультурного производства и пояснительных материалов для выполнения индивидуальных практических заданий. При подготовке пособия были использованы современные научные разработки и публикации по рассмотренным темам. Компьютерная верстка расчетно-технологических карт была выполнена с участием аспирантов О.П. Степановой и О.Ю. Бутенко. Автор выражает глубокую благодарность рецензентам и всем сотрудникам кафедры лесных культур за советы и помощь в подготовке к изданию данной работы.

ЛЕСНОЕ СЕМЕНОВОДСТВО

Глава 1. ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СЕЛЕКЦИОННОГО ЛЕСНОГО СЕМЕНОВОДСТВА

Анализируя проблему эффективности лесовосстановления в России, проф. М.М. Котов, в своем докладе на Всероссийской научно-практической конференции в 1996 году, обратил внимание лесоводов на впечатляющие последствия игнорирования генетико-селекционных принципов при лесовыращивании. По его данным предельные потери, известные из результатов научных исследований и практической деятельности, составляют:

- *от нерегламентированной переброски семян в широтном и долготном направлениях – до 4-х классов бонитета;*
- *от нерегламентированного использования семян по эдафическим экотипам – до 30 %;*
- *от нерегламентированного использования семян по селекционным категориям деревьев – до 20 %.*

Несмотря на значительный прогресс в развитии селекционного семеноводства в России, который достигнут в последние десятилетия, при выращивании посадочного материала и создании лесных культур часто используются семена неудовлетворительного качества. Назрела острая необходимость усилить генетическую составляющую при организации лесосеменной базы.

1.1. Основные составляющие Единого генетико-селекционного комплекса

Базой для лесного семеноводства на генетико-селекционной основе являются лучшие насаждения, выделяемые при селекционной инвентаризации. Ее проводят в целях отбора плюсовых деревьев и насаждений преимущественно в лучших древостоях естественного происхождения. Такие древостои отличаются высокой степенью приспособления к местным климатическим и почвенным условиям и являются основным генетическим фондом, способным обеспечить воспроизводство высокопродуктивных насаждений (Царев, Погиба, Тренин, 2001).

Плюсовые деревья используют как маточники для обеспечения лесосеменных плантаций вегетативным и семенным посадочным материалом, для закладки испытательных культур и выращивания подвоев.

Плюсовые насаждения отбирают в основном в средневозрастных, приспевающих и спелых высокобонитетных древостоях с целью сохранения лучшего генофонда.

Единых правил для отбора плюсовых насаждений нет. Практики часто пользуются следующими придержками: на 1 га есть плюсовые или кандидаты в плюсовые деревья, процент лучших нормальных деревьев достаточно велик, минусовых деревьев немного, санитарное состояние древостоя хорошее. Плюсовые насаждения выделяют при любой площади выдела как семенные заказники, в расчетную лесосеку их не включают. В них вырубают минусовые деревья главной породы, а также деревья сопутствующих пород, влияющих на рост и плодоношение лучших деревьев.

Важнейшим элементом Единого генетико-селекционного комплекса (ЕГСК) постоянной лесосеменной базы лесосеменного района являются *Лесосеменные плантации (ЛСП)* первого и последующих порядков. Плантации, созданные потомством плюсовых деревьев (отбор по фенотипу), относят к ЛСП-1. Плантации второго порядка (ЛСП-2) создают вегетативным потомством плюсовых деревьев, прошедших генетическую оценку (элитные деревья). Полученные на них семена относят к селекционной категории «условно сортовые». Сортовые семена могут быть получены на ЛСП высших порядков после проведения государственного сортоиспытания.

Для ограничения роста семенных деревьев в высоту их обезвершинивают или регулярно удаляют почки у вершинки и верхних мутовок.

Обобщение опыта создания плантаций показало, что генетический эффект ЛСП первого порядка, определяемый по быстроте роста испытательных культур, оценивается в среднем на уровне 8...9 % с колебаниями от 5 до 25 % (Долголиков, Мордась, 1986; Ефимов, 1987); но в результате испытаний потомства этот эффект может быть увеличен (Ефимов, 2000).

В состав ЕГСК входят также испытательные, географические, популяционно-экологические культуры, культуры интродуцированных видов и культуры повышенной селекционной ценности. Результаты испытаний потомств плюсовых деревьев, анализ роста и состояния семенных деревьев на ЛСП-1, архивов клонов и культур повышенной селекционной ценности позволяют судить о реальном наличии селекционного эффекта плантаций первого поколения. Кроме того, создаются постоянные (ПЛСУ) и временные лесосеменные участки (ВЛСУ).

Основное требование к *ПЛСУ* - представительство ценных по фенотипу деревьев, интенсивное их плодоношение и удобство сбора семян. Улучшение качественного состава таких насаждений, обеспечение требуемого развития крон семенных деревьев, раннего устойчивого и обильного плодоношения, а также создание благоприятных условий для заготовки семенного сырья достигается за счет изреживаний древостоев в несколько приемов. Ко времени окончания формирования ПЛСУ на 1 га оставляют примерно 150...300 семенных деревьев в зависимости от вида и лесорастительных условий.

Временные лесосеменные участки - это площади спелых и приспевающих насаждений нормальной селекционной категории, выделенные и специально подготовленные для заготовки лесных семян. Насаждения под ВЛСУ отводят не менее чем за один ревизионный период. В целях усиления плодоношения за 5...8 лет до рубки делают изреживание древостоя до полноты 0,5...0,6. При этом вырубает все минусовые деревья. Рубку ВЛСУ производят в урожайный год, в оптимальные для получения качественных семян сроки.

1.2. Популяционная и индивидуальная (плюсовая) схемы селекции

Сравнительный анализ приоритетности «популяционной» и «индивидуальной» схем селекции древесных пород, выполненный А.С. Бондаренко и А.В. Жигуновым (2004) на примере Северо-Запада России, показал, что в настоящее время у многих специалистов лесного хозяйства сложилось скептическое отношение к принятой в нашей стране схеме *селекции на основе индивидуального отбора* (отбор плюсовых деревьев, закладка лесосеменных плантаций, испытание потомств плюсовых деревьев, закладка элитных лесосеменных плантаций и т.п.). Кроме факторов финансового и юридического плана, такое отношение обусловлено и объективными причинами, в числе которых можно назвать следующие недостатки «индивидуальной» схемы селекции:

- трудность идентификации генотипа по фенотипу (возможны ошибки при выделении плюсовых деревьев);
- низкая наследуемость и малая величина селекционного дифференциала для признаков продуктивности;
- сложность и длительность оценки потомства в испытательных культурах;
- ограниченное количество генотипов и направленный искусственный отбор, что ведет к снижению генетического разнообразия будущих насаждений;
- непредсказуемость генетических эффектов при смешении на

лесосеменных плантациях материала различного происхождения;

- «загрязнение» плантаций (особенно молодых) фоновой пылью и другие причины.

В качестве альтернативы, принятой в России плюсовой схеме селекции древесных видов, многие исследователи предлагают вести селекцию на основе использования природных популяций как единицы отбора.

Популяционная селекция подразумевает оценку устойчивости и продуктивности лучших местных популяций в популяционно-экологических культурах. Преимуществом такого подхода является сохранение и использование генетического разнообразия лучших природных популяций, которые представляют собой цельную систему генотипов с различной реакцией на условия роста и различным сочетанием признаков. Считается, что такие системы более устойчивы к неблагоприятным факторам среды (Потылев, 1997).

В этой схеме селекции имеют место следующие минусы:

- труднодоступность сбора семян на высоких деревьях, что усложняет использование данной популяции после оценки ее в популяционно-экологических культурах;

- более низкая эффективность отбора, так как естественная популяция представляет собой смесь деревьев различной селекционной ценности. По этой причине при плюсовой селекции можно обеспечить намного более высокую интенсивность отбора, чем при популяционной и, как следствие, более высокий селекционный эффект. Поэтому, если речь идет о конкретных хозяйственно ценных признаках и не берется в рассмотрение такой аспект, как сохранение генетического разнообразия, популяционная селекция по эффективности будет проигрывать плюсовой;

- трудность воспроизведения генетического состава популяции, при создании нового насаждения неизбежен сдвиг в соотношении частот генотипов, и, как следствие, сомнения в достоверности результатов испытаний по устойчивости древостоя;

- сравнительно низкое генетическое разнообразие природных популяций, поскольку они длительное время произрастают на одном месте, и приток новых генов в них относительно невысок.

Таким образом, несмотря на множество недостатков плюсовой селекции, она имеет перед популяционной селекцией ряд преимуществ:

- доступность материала (семена, черенки с ЛСП);
- высокое генетическое разнообразие, что позволяет применять интенсивные методы селекции (например, селекция на гетерозисный эффект);

- четкая идентификация генотипов (индивидуальный отбор), и, в

силу этого, однозначная воспроизводимость материала на основе вегетативного размножения;

– высокая интенсивность отбора, что позволяет достигнуть необходимого селекционного эффекта.

В этой связи следует признать перспективной разработку методик, позволяющих рационально использовать оба направления селекции.

1.3. Основные направления работ селекционной работы на Северо-Западе России

В лесном хозяйстве России можно выделить два основных направления при лесовосстановлении:

1) выращивание искусственных насаждений многофункционального назначения, в которых приоритетной задачей будет природоохранная, что становится особенно актуальным в связи с сокращением площадей коренных древостоев и усложнением экологической ситуации в большинстве стран мира;

2) целевое выращивание древесных пород (например, ускоренное выращивание деловой древесины, топливные плантации, плантации ивы на мебельный прут и др.).

В зависимости от направления лесовосстановления должны изменяться и методы селекционной работы.

При ориентации на ускоренное выращивание целевых сортиментов древесины основное внимание уделяется индивидуальному отбору с последующим созданием плантационных культур при высоком уровне агротехники. Главная задача таких насаждений – обеспечить максимальную продуктивность. Риск снижения устойчивости и биоразнообразия при этом будет под контролем человека, как это происходит в сельском хозяйстве.

В случае приоритета средообразующих и природоохранных функций леса основное внимание уделяется массовому отбору (**популяционная селекция**). Главная задача при этом – сохранение биологического (прежде всего генетического) разнообразия насаждений и обеспечение их устойчивости. Продуктивность таких насаждений уже не является показателем первостепенной важности. Опыт финских селекционеров показывает, что оба подхода имеют перспективу (Yrjana-Ketola, 1997).

При проектировании любых лесохозяйственных мероприятий и в частности в селекционной работе, следует учитывать специфику региона: природно-климатические особенности и интенсивность ведения лесного хозяйства. В условиях недостатка финансирования мероприятий

селекционного семеноводства имеет смысл выделить **приоритетные направления работ**. Это позволит сохранить накопленный с большим трудом потенциал отечественной лесной селекции и не прерывать селекционный процесс. В противном случае потом придется начинать все заново, поскольку одним из факторов времени в семеноводстве является старение материала при вегетативном размножении.

В условиях Северо-Запада России предлагается выделить следующие основные направления селекционного семеноводства.

Районирование. Поскольку Северо-Запад является многолесным районом со значительной внутривидовой изменчивостью основных лесообразующих пород, а также условиями произрастания, близкими к оптимальным, при проектировании селекционных мероприятий необходимо делать основной упор на эффективное использование селекционного потенциала местных насаждений. В рамках плюсовой селекции это достигается путем максимальной интенсивности отбора ценных в хозяйственном отношении особей на основе исследования большого числа лесных площадей. В отношении популяционной селекции – это отбор и использование в селекционном семеноводстве наилучших по устойчивости и продуктивности популяций.

Для северных регионов (Мурманская и Архангельская обл.) целесообразно продолжать работы по созданию плантаций северных экотипов в южных районах для повышения урожайности и снижения влияния периодичности семеношения (Долголиков, Мордась и др., 1986).

Создание лесосеменных плантаций необходимо продолжить в целях обеспечения региона селекционно-улучшенными, а в последующем и сортовыми семенами. В настоящее время в условиях Северо-Запада России наблюдается недостаток качественного семенного материала. Так в Ленинградской области доля семян с селекционно-улучшенными свойствами составляет не более 15...20 % общего объема семенного фонда. По разным причинам сохраняется и дефицит «нормальных» семян. Необходимо принять меры к повышению количества семян, собираемых с объектов постоянной лесосеменной базы, а также обеспечить лесные предприятия «нормальными» семенами в полном объеме.

Оценка вегетативного потомства плюсовых деревьев на имеющихся ЛСП. К настоящему времени на Северо-Западе созданы значительные площади плантаций, на которых представлены сотни наиболее ценных генотипов из различных популяций. Тем не менее, испытательных культур заложено очень мало. Они имеют возраст, недостаточный для оценки скорости роста, созданы с малым числом повторностей при отсутствии контроля и с не всегда правильными схемами смешения. Вследствие чего наблюдается недостаток материала

для закладки плантаций второго поколения. Рекомендуется оценку клонов по основным хозяйственно важным признакам производить на имеющихся ЛСП. Главные направления такой оценки – скорость роста и интенсивность семеношения. Это позволит сократить площади испытательных культур, снизить количество отбраковываемых семей и компенсировать часть ошибок, допущенных при отборе плюсовых деревьев.

Создание испытательных культур (с использованием информации о росте и семеношении вегетативного потомства). В испытания включаются потомства отдельных клонов с ЛСП, выращиваются они отдельно, а селекционный эффект оценивается по всей совокупности поля при сравнении с контролем.

Закладка испытательных культур семенного потомства плюсовых деревьев производится одновременно с созданием ЛСП прививкой черенков этих деревьев. Это позволит сохранить имеющийся материал, снизить стоимость работ, сократить время испытаний. Старение материала вследствие вегетативного размножения будет меньше сказываться на свойствах семенного потомства.

Закладка новых ЛСП необходима для постепенного увеличения доли семян с улучшенными наследственными свойствами. Представляется нецелесообразным создание маточных плантаций и архивов клонов, поскольку заготовка черенков производится не в столь значительных объемах, чтобы для этой цели создавать специальные объекты. *Для заготовки черенков можно использовать имеющиеся ЛСП.* Очевидно, создание маточных плантаций и архивов клонов будет иметь смысл при переходе к этапу формирования ЛСП второго порядка.

Ремонт существующих ЛСП производится с учетом информации о росте испытательных культур, а также о росте и семеношении клонов на ЛСП.

Переход с использования ПЛСУ на ВЛСУ и лесосеки главного пользования. Обеспечение региона семенами в полном объеме возможно на основе возобновления работ по использованию ВЛСУ и лесосек главного пользования в противовес практикуемому сейчас созданию значительных площадей ПЛСУ. Можно назвать следующие доводы в пользу такой постановки вопроса:

- Северо-Запад – это многолесный район со значительными объемами заготовок леса, где есть возможность широкого использования лесосек как источников семян;

- возможен контроль над заготовкой семян со стороны семеноводческих подразделений, что позволит сократить объемы семян неизвестного происхождения и низкого качества;

— в качестве источников семян возможно использование высокопроизводительных насаждений, что позволит сохранить в семенном потомстве ценный генофонд насаждений региона;

— семена, получаемые с ВЛСУ, значительно дешевле, поскольку сбор производится не с растущих, а с поваленных деревьев. За ПЛСУ необходим уход: формирование, обрезка, изреживание крон. Ко времени вывода ПЛСУ из целевого пользования мы имеем низкополнотное насаждение с неудовлетворительным качеством древесины.

Представляется целесообразной организация работ по отводу ВЛСУ и заготовке семян с лесосек главного пользования на основе материалов селекционной инвентаризации лесов региона. Возможность идентификации места сбора позволяет создать основу для сертификации семян при продаже на внутреннем и внешнем рынках.

Сохранение и использование ценного генофонда естественных насаждений предусматривает усиление работ по выделению плюсовых насаждений, семенных заказников и генетических резерватов.

Снижение возраста плюсовых деревьев и разработка методики оценки средневозрастных плюсовых деревьев. И для плюсовой, и для популяционной селекции преградой является возраст исходного материала. Период испытаний по потомству длителен. Для сохранения генетических свойств используется вегетативное размножение. В настоящее время в практике селекционного семеноводства плюсовые деревья отбираются в приспевающем и спелом возрасте. Период испытания и эксплуатации материала (если он прошел испытание) должен занимать не менее 50 лет. При этом происходит старение тканей, которое будет сказываться на интенсивности цветения деревьев, а также на скорости роста и устойчивости их потомства. В связи с этим целесообразна разработка методики оценки средневозрастных деревьев (возраст около 50 лет) для возможности выделения их в категорию плюсовых.

Построение продуманной, научно обоснованной системы мероприятий лесного селекционного семеноводства позволит добиться поставленных задач с наименьшими потерями времени и средств, а разработка приоритетных направлений работы, несомненно, является основой такой системы мероприятий.

Рекомендуемая литература

1. Бондаренко А.С., Жигунов А.В. Приоритетные направления лесного селекционного семеноводства в условиях Северо-Запада России / Тр. СПбНИИЛХ. Вып. 2(12). СПб.: СПбНИИЛХ, 2004. – С. 109–117.
2. Потылев В.Г. Проблемы лесного селекционного семеноводства / Лесохозяйственная информация. - № 3., 1997. – С. 14–32.

Контрольные вопросы

1. Назовите последствия игнорирования генетико-селекционных принципов при лесовыращивании.
2. Назовите преимущества и недостатки популяционной схемы селекции.
3. Назовите преимущества и недостатки плюсовой селекции.
4. Назовите перспективные направления работ в селекционном семеноводстве на Северо-Западе России. Дайте их обоснование.
5. Назовите основные составляющие лесосеменной базы в России.

Глава 2. СЕМЕННЫЕ ПЛАНТАЦИИ СЕВЕРНЫХ ЭКОТИПОВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Северные (бореальные леса) являются одним из важных природных объектов, обеспечивающих устойчивое состояние биосферы. Они регулируют климатический и водный режимы, защищают почвы от деградации на больших площадях, а также являются местом обитания животных и хранилищем генофонда древесных пород.

В результате усиливающегося антропогенного воздействия уменьшается площадь этих лесов, их естественная структура. Особое воздействие на древесные породы и почвы северных лесов оказывают промышленные выбросы. В зоне деятельности медно-никелевых заводов на Кольском полуострове леса полностью погибли на площади 15 тыс. га. На этих территориях образовались типичные техногенные пустыни. Еще примерно 90 тыс. га насаждений сильно повреждены и интенсивно деградируют (Лукина, Никонов, 1991; Чибисов, Цветков, Семенов, 1992).

Перед лесоводами остро встает проблема сохранения и восстановления северных лесов, так как их естественное возобновление часто затруднено. Сильное влияние на течение репродуктивных процессов оказывает специфика лесорастительных, климатических и погодных условий, связанных с положением региона.

Возникает необходимость искусственного создания лесов. Для этого нужны качественные семена сосны обыкновенной – главной лесообразующей породы европейского Севера. Однако северные районы Архангельской, вся Мурманская область, республики Карелия и Коми обеспечены семенным материалом лишь на 25 %.

Из всего комплекса своеобразных условий Крайнего Севера наиболее существенное значение по отношению к генеративному циклу сосны на всем его протяжении имеет тепловой режим. Его влияние сказывается на повторяемости урожая семян, на ходе их развития и созревания, на посевных качествах и т.п.

Хронический дефицит тепла в летние месяцы препятствует нормальному протеканию мейоза, эффективному опылению, вызреванию пыльцы и семян. Репродуктивный цикл сосны длится три года. За этот период благоприятные климатические условия складываются крайне редко. Промежутки между семенными годами у сосны на Севере могут достигать 10...20 лет и более. Положение усугубляется неполным вызревaniem семян даже в «урожайные» годы.

Дефицит и низкое качество местных семян обусловили их ввоз из других регионов страны. Однако культуры, заложенные инорайонными семенами, зачастую не дают желаемых результатов. Интродуцированная сосна отличается меньшей устойчивостью к болезням. Гибель растений вызывается, прежде всего, инфицированием снежным шютте (*Phacidium infestans* Karst.).

В 70-е годы прошлого века в России был заложен широкомасштабный, не имеющий аналогов в мировой практике, эксперимент по закладке сети географических культур основных лесообразующих пород. Установлено, что сохранность и рост посадок сосны обыкновенной разных климатипов снижаются от подзоны северной тайги к южным лесорастительным поясам. Обмерзание верхушечного побега у южных сосен приводит к искривлению ствола. Северная сосна отличается повышенной устойчивостью к ржавчине и снежному шютте. Особенности её также являются раннее возмужание, связанное с быстрым прохождением фаз развития в условиях долгого полярного дня, разреженность насаждений (Некрасова, 1961), более высокий уровень гомеостаза (Роне, 1978) и полиморфизма (Проказин, 1973).

Было замечено, что слабое и редкое семеношение сосны на севере её ареала не является наследственным и может изменяться при выращивании в благоприятных климатических условиях. Переброска семян (черенков) плюсовых деревьев сосны с севера на юг позволяет избежать одного из самых жестких факторов, определяющих снижение качества семян северных лесов, – низких температур в период опыления, оплодотворения и формирования.

Выделены признаки, наиболее реагирующие на улучшение климатических условий, – масса семян и их всхожесть, выход полнозернистых семян. Северные сосны при выращивании в более благоприятных условиях произрастания сохраняют наследственно обусловленный темп роста. При этом для них характерно более раннее, чем у себя на родине, вступление в генеративную фазу. Эта особенность делает их ценными для создания целевых лесосеменных плантаций.

Установлено, что перемещение семенных плантаций сосны на юг не только повышает урожайность семян, но и позволяет получать гибридные

семена за счет скрещивания северных климатипов с местными в качестве опылителя, то есть достигнуть объединения в гибридном потомстве выносливости и устойчивости северных сосен с высокой продуктивностью более южных. Однако необходимо учитывать, что фоновое «загрязнение» лесосеменных плантаций северных экотипов пыльцой естественных более южных сосняков может вызвать снижение генотипического улучшения.

Территориальное размещение плантаций. Подбором клонов (семей) по синхронности цветения с местной сосной можно добиться приоритетности «своей» пыльцы по срокам поступления к макростробилам.

При «перемещении» сосны с севера на юг, по крайней мере, на расстояние, соответствующее 8° с.ш., вполне возможно достаточно полное свободное скрещивание ее с местной сосной в качестве опылителя. При больших расстояниях переброски сосны в южные условия выращивания (до 13° с.ш.) амплитуды цветения северной и местной сосны совпадают не полностью, но и в этом случае фенологической изоляции клонов (семей) северного происхождения не достигается.

Однако допустимым считается смешение клонов различного географического происхождения, если родины их популяций расположены в пределах 3° с.ш. Это обеспечит необходимую синхронность при опылении, позволит сократить отпад стробилов и увеличить выход семян, то есть эффект гибридизации не принесет ущерба в последующих поколениях существования популяций. Учитывая грядущее потепление климата, которое по прогнозам специалистов в первую очередь произойдет в северных регионах России, полученное потомство при выращивании в местах произрастания материнских популяций будет более устойчиво, чем потомство автохтонных среднетаежных популяций, часто используемое для лесовосстановления на Крайнем Севере.

Авторы этой научной разработки Е.Н. Наквасина и Т.В. Бедрицкая (1999) призывают лесоводов не стремиться к увеличению дальности переброски семенного (привойного) материала на юг без обеспечения полной фенологической изоляции плантаций от окружающих сосняков. Это позволит сохранить хрупкий баланс популяционного гомеостаза северных популяций сосновых насаждений, который веками скрупулезно создавала природа.

Дальность перемещения семян и черенков должна рассматриваться с точки зрения необратимых отрицательных последствий спонтанной гибридизации «северной» сосны с «южной». Необходимо учитывать следующее.

1. Максимальная отзывчивость потомства северных сосен наблюдается при «перемещении» на юг экотипов, имеющих различия в

сумме эффективных температур (выше $+5^{\circ}\text{C}$) между местами расположения маточных популяций и закладки плантаций, равные $300...350^{\circ}\text{C}$, что соответствует переносу сосны на 3° с.ш. по сетке географических координат. При этом достигается почти 100 % всхожесть семян.

2. Семенные плантации лучше создавать за пределами зоны неустойчивого вызревания семян. По данным А.Д. Волкова и С.С. Зябченко (1966), такой границей является изотерма 13°C за июнь – август. Нормативные документы рекомендуют принимать за северную границу закладки лесосеменных плантаций $63...64^{\circ}$ с.ш.

3. Добиться фенологической изоляции плантации от пыльцы естественных сосняков практически не удастся из-за повсеместного распространения сосны. Для снижения уровня местной пыльцы под плантации надо подбирать площади, максимально удаленные от сосновых насаждений. При перемещении более чем на 3° с.ш. надо применять меры защиты от фонового опыления окружающими сосняками в виде полос (шириной не менее 100 м) из других пород вокруг территории плантации и удаления сосновых деревьев в смешанных насаждениях в радиусе, по крайней мере, 500 м.

Подбор компонентов и методы создания плантаций. Подбор компонентов для одной лесосеменной плантации рекомендуется ограничить территорией лесосеменного района. Это позволит обеспечить необходимую синхронность при цветении и переопылении клонов, сократит излишнюю гибридизацию между клонами различного географического происхождения, повысит ценность семенного потомства.

Лесосеменные плантации северных экотипов сосны могут создаваться семенным и вегетативным путем. Предпочтительнее клоновые (вегетативные) плантации. Используются, как правило, черенки плюсовых и элитных деревьев. В популяции черенки отбираются с возможно большего количества деревьев (минимальное количество клонов – 60, желательно еще больше). Размещение клонов - системно-случайное, обеспечивающее достаточное удаление одноименных клонов. Рядовая посадка для клоновых плантаций не рекомендуется из-за риска инбридинга (скрещивания особей, родство между которыми более тесное, чем родство между особями, случайно взятыми из той же популяции) при малом расстоянии между клонами.

В качестве подвоев рекомендуются сеянцы северного происхождения. Использование генетически близкого однородного подвоя позволит снизить отпад при прививках, сузит амплитуду «цветения» клонов, повысит уровень фенологического барьера с местной сосной, а также будет способствовать снижению высоты деревьев на лесосеменных

плантациях.

Северные сосны имеют достаточно тонкие побеги, поэтому наиболее приемлемый способ прививки - «вприклад камбием на камбий». Черенки заготавливают до конца апреля – начала мая.

При создании семейственных (семенного происхождения) ЛСП высаживают смесь сеянцев отборных деревьев среди лучшей популяции, что позволит использовать широкое разнообразие генотипов лучших популяций на севере ареала сосны. Для семейственных плантаций допустима посадка компонентов чистыми рядами. Размещение деревьев в подзонах средней и южной тайги: в ряду 6 м, между рядами – 6...8 м.

Уходы заключаются в рыхлении почвы и удалении сорняков вокруг саженцев, а также в сплошной обработке почвы междурядий. В процессе ухода на подвоях удаляют ветви, что обеспечит нормальный рост северного, медленнорастущего привоя. Особенно это важно при прививках на «южный», быстрорастущий подвой. У деревьев, достигших высоты 0,8...1 м, начинают формирование крон удалением верхушечной почки на центральном побеге и части почек на боковых побегах.

Для повышения жизнеспособности прививок и усиления плодоношения производят подкормки минеральными удобрениями один раз в 3...4 года, весной, взброс по всей площади. Примерная норма действующего вещества удобрений для 10...20-летних плантаций: азот 100...150, фосфор 200...250, калий 100...150 кг по д.в. на 1 га.

Уже в 5...10 лет можно начинать отбор рано и обильно плодоносящих клонов. Раннее начало целевого формирования семенных плантаций повысит их урожайность.

Следует, однако, отметить, что рассмотренная проблема еще далека от окончательного решения. Создание семенных плантаций северных экотипов сосны пока не носит массовый характер. Такие плантации должны быть под контролем специалистов, а полученное потомство требует обязательной проверки в испытательных культурах.

Рекомендуемая литература

Наквасина Е.Н., Бедрицкая Т.В. Семенные плантации северных экотипов сосны обыкновенной. Архангельск: Поморский ун-т, 1999. – 143 с.

Контрольные вопросы

1. С чем связана необходимость создания семенных плантаций сосны в более южных условиях?
2. Назовите размер оптимального перемещения семенных плантаций.
3. В чем состоит своеобразие северных климатипов сосны обыкновенной?
4. Как закладывают клоновые лесосеменные плантации?

5. В чем особенности популяционных плантаций?

Глава 3. АНАЛИЗ ШВЕДСКОЙ И РОССИЙСКОЙ ТЕХНОЛОГИЙ ЛЕСНОГО СЕМЕНОВОДСТВА

Необходимость такого анализа вызвана значительным прогрессом зарубежных технологий и столь же очевидным отставанием нашей страны в последние десятилетия. В данной, достаточно узкой сфере конкурируют несколько фирм Швеции, Финляндии и Канады. Они производят различное по техническим характеристикам и используемым методам современное оборудование, в количестве, полностью обеспечивающем потребности стран Западной Европы, Северной и Южной Америки, Африки и Азии.

В России до настоящего времени применяются технологии переработки шишек и семян, от которых, ввиду их неэффективности, большинство стран мира отказалось еще в 60...70-х годах XX века. Необходимость отказа от них становится все более очевидной и в нашей стране.

Рассмотрим наиболее важные для хвойных пород технологии переработки лесосеменного сырья и хранения семян (Гладзки, Проказин, Рутковский, 2004). Сравнивая технологии лесного семеноводства, применяемые в России и за рубежом, следует иметь в виду, что они являются производными лесной политики и ведения лесного хозяйства в целом. Так, если в Российской Федерации отсутствует частная собственность на леса, то в ряде лесных держав мира она преобладает (в Швеции – около 95 %). Рыночные механизмы, действующие в лесном секторе этих стран, в течение многих десятилетий сформировали совершенно иное отношение к семенам лесных растений: с одной стороны – как к товару, имеющему высокую цену, с другой – как к биологическому объекту, во многом определяющему качество посадочного материала, продуктивность и качество создаваемых насаждений.

При этом частный лесовладелец, в отличие от работника лесного хозяйства России, лично заинтересован в увеличении продуктивности лесов, передаваемых своим детям. В результате указанных различий цена 1 кг семян хвойных пород, заготовленных на лесосеменной плантации, в Российской Федерации составляет около 100 дол. США, а в Швеции – 2...3 тыс. дол. США. Ни по одному другому товару в лесном секторе экономик наших стран не наблюдаются столь разительные отличия в цене.

Высокая цена на семена лесных пород сформировала за рубежом сектор экономики, в котором существуют как частные владельцы

лесосеменных плантаций, так и владельцы частных заводов, осуществляющих на контрактной основе услуги по переработке лесосеменного сырья. В Швеции существуют два таких завода с объемом переработки, соответственно, 600 и 1000 т шишек за сезон – с октября по март.

Понятно, что при высокой стоимости семян частный лесовладелец крайне заинтересован в полном сборе урожая шишек и максимальном извлечении семян из них с соблюдением методов и технологий, гарантирующих высокие посевные качества семян и способность их к длительному хранению.

В немалой степени развитию семеноводства и теплично-питомнических комплексов в Швеции способствует и действующее лесное законодательство, очень жестко требующее восстановить лес после его рубки за два года. Невыполнение данного требования влечет крупные штрафы или тюремное заключение для нарушителя закона.

В результате, в последние годы в Швеции для целей лесовосстановления заготавливается около 9 т семян сосны и ели и выращивается от 700 млн. до 1 млрд. саженцев этих пород, преимущественно с закрытой корневой системой. Большое количество семян ели закупается за рубежом – в Витебской обл. Республики Беларусь. По данным шведских селекционеров, наследственные свойства витебских семян в ряде регионов страны превосходят свойства местных семян, заготавливаемых на лесосеменных плантациях.

Заготовка шишек. В России, на основании действующих нормативных документов, заготовка семян сосны и ели может осуществляться достаточно длительный период – с сентября по март. Кроме того, заготовленные шишки, как правило, хранят на неотапливаемых складах, где в зимний период они могут подвергаться воздействию низких температур до -20°C и ниже. При этом в период заморозков, следующих за оттепелями, возможно перемораживание семян, имеющих влажность более 7 %, повреждение зародыша семени с потерей его жизнеспособности. Исходя из шведского опыта, избежать этого можно за счет ранних сроков заготовки шишек сосны и ели (в сентябре-октябре) с последующим их хранением в вентилируемых емкостях на складах при температуре воздуха $5...10^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности 80 %.

В Швеции заготовку семян осуществляют в случае, если в контрольной выборке шишек после их сушки насчитывается не менее 10 % полнозернистых, здоровых (по результатам рентгенологического анализа), зрелых семян.

В Российской Федерации на специально созданных лесосеменных объектах (плантациях и постоянных лесосеменных участках)

заготавливается не более 15 % лесных семян. В Финляндии и Швеции 100 % семян сосны обыкновенной заготавливается на лесосеменных плантациях (ЛСП). При этом создание ЛСП связано со значительными затратами на отбор плюсовых деревьев, заготовку черенков с них с участием верхолазов, выращивание привитого посадочного материала, корчевку пней и обработку почвы, приобретение удобрений и др. Данное обстоятельство приводит зарубежных лесовладельцев к необходимости применения технологических решений, позволяющих компенсировать эти затраты.

Одним из таких приемов является механизированная обрезка крон деревьев на ЛСП, что ограничивает их рост в высоту и ведет к снижению затрат на заготовку шишек. В Швеции для обрезки крон широко применяется устройство из нескольких дисковых фрез на базе колесного трактора. Его использование один раз в 2...3 года позволяет поддерживать высоту деревьев на ЛСП в пределах 4 м. Данная технология весьма актуальна для Российской Федерации, где для заготовки шишек с большинства ЛСП сосны и ели требуются подъемники или высокие лестницы. Следует отметить, что имеется положительный отечественный опыт обрезки верхней части кроны плодоносящих растений ели в урожайные годы – к следующему урожаю крона полностью восстанавливается.

Технология переработки шишек. Процесс сушки шишек должен обеспечивать максимальное сохранение их качеств за счет соблюдения режимов температуры и влажности. Известно, что высокая температура сушки, особенно при высокой влажности в камере, губительна для семян. Вместе с тем, ни одна из применяемых в России шишкосушилок не оснащена датчиками и автоматикой, обеспечивающей поддержание температуры и влажности в камере сушки на заданном уровне. Как правило, необходимую регулировку работы шишкосушилки выполняют в ходе контрольной сушки партии шишек.

В качестве примера использования современных технологий рассмотрим устройство зарубежной установки. Шведская шишкосушилка конструкции «Мотеко» представляет собой специальный сушильный шкаф, состоящий из нескольких секций (камер), в каждой из которых с помощью мини-кара размещают один над другим 6 ящиков с сетчатым дном, емкостью по 200 л шишек. Носителем тепла является вода, подогретая с помощью электричества (5 кВт/ч). Режим сушки шишек контролируется автоматически с помощью датчиков температуры и влажности в камере сушки. Более того, оператор следит за процессом сушки – показателями датчиков на экране монитора компьютера, чтобы внести коррективы в режим сушки. Предусмотрен и тревожный сигнал

компьютера в случае, если оператор вовремя не вмешался в процесс сушки при возникновении непредвиденных обстоятельств.

Процесс сушки занимает 18...19 ч, исходя из необходимости постепенного выхода на основной режим. В первые 2 ч в камере происходит выравнивание влажности шишек до заданного параметра – 25 %. Далее шишкосушилка начинает работу по одной из выбранных программ, которая не допускает нагрев семян в шишке выше 41...45° С.

Теплоноситель – вода циркулирует по замкнутому циклу. Влажный и теплый воздух из камеры сушки не выбрасывается в атмосферу. Он проходит по трубе через охлаждаемую емкость с водой, влага конденсируется из воздуха, и еще достаточно теплый воздух с температурой около 32° С вновь нагревается до температуры не более 54° С (для семян сосны обыкновенной) и поступает в камеру сушки. Такой замкнутый цикл обеспечивает значительную экономию электроэнергии. Шишкосушилка рассчитана на использование двух специальных компьютерных программ сушки – для семян сосны и ели. Возможно введение дополнительных программ, например, для сушки ягод, грибов или древесины.

Отечественная и зарубежная практика показывают, что принудительная однократная сушка шишек в шишкосушилках различного типа не позволяет извлечь из них все семена. В плохо раскрывающейся нижней части шишки, где находятся самые крупные и качественные семена, иногда остается до 15 % семян, что особенно актуально для северной части ареала сосны. С учетом высокой рыночной стоимости семян это не может устраивать ни их производителей – лесовладельцев, ни фирмы, осуществляющие переработку шишек.

За рубежом найден выход, заключающийся в повторной, а при необходимости – и трехкратной сушке партии шишек, что позволяет извлекать из них до 95 % семян. При этом шишки предварительно увлажняют в специальных шкафах, оснащенных форсунками для подачи воды в мелкокапельном состоянии. После увлажнения шишки закрываются. При повторной сушке температуру в камере поднимают медленнее, чем при первичной, чтобы избежать запаривания семян.

Извлечение семян из шишек и в России, и за рубежом проводят в специальных барабанах. Внутренние поверхности барабана должны быть гладкими, чтобы семена не повреждались. Оптимальным является технологическое решение, при котором отбивочный барабан выполнен из гладкого металлического прута.

Переработка семян. От тщательности обескряливания и сепарации полученных в процессе сушки семян (наряду с соблюдением режима сушки шишек) в решающей степени зависит их способность давать

полноценные всходы в грунте и сохранять посевные качества при длительном хранении.

Можно с уверенностью утверждать, что принцип обескрыливания семян хвойных пород, повсеместно используемый в нашей стране с 30-х годов прошлого века, морально устарел и наносит существенный ущерб качеству семян. Так в конструкции машины МОС-1А используется принцип механического отделения (отдираания) семян от крылаток специальными щетками с последующим отвеиванием. При этом семена неизбежно получают микроповреждения оболочки, через которые заносится инфекция. В семенах с поврежденной оболочкой резко усиливаются обменные процессы, вследствие чего при хранении они быстро теряют способность к прорастанию. Число поврежденных семян при механическом обескрыливании может достигать 30 % общего их количества.

Альтернативной механическому обескрыливанию является так называемое *«влажное обескрыливание»*. Сам принцип такого обескрыливания хорошо известен в России: семена сосны и ели отделяются от крылаток, если их намочить. Этот процесс происходит в природе естественным путем, когда выпавшее из шишки семя попадает во влажные условия среды. За счет интенсивного поглощения влаги семенем крылатка, не впитывающая влагу, отпадает. В Швеции фирмой «Мотеко» впервые было разработано устройство, работающее с использованием данного принципа.

По этой технологии семена с крылатками (6...7 кг) влажностью 8...10 % поступают из шишкосушилки в обескрыливатель, представляющий собой барабан наподобие емкости бетономешалки. Из форсунки подается около 1 л воды, и семена в течение 15 мин за счет вращения барабана равномерно увлажняются до степени, при которой крылатки отделяются от семян. Затем из форсунки подается теплый воздух, и подсушенные крылатки удаляются из верхней части барабана устройством типа пылесоса.

Практика показывает, что полученные «влажным» способом, отсепарированные и подсушенные до оптимальной влажности семена хранятся 30...40 лет без существенной потери посевных качеств, а семена, обескрыленные механическим способом с использованием щеток, – только 7...8 лет.

Затем проводится сепарация семян, цель которой – отделить полнотелые, жизнеспособные семена с неповрежденной оболочкой от пустых, нежизнеспособных, поврежденных семян и крупного мусора. Следует отметить, что с помощью отечественных веялок ОАС-2, ОВС-2 и МОС-1А проводят лишь отделение крылаток, пустых семян и крупного

мусора. Однако среди оставшихся, закладываемых на хранение семян, до 1/3 общей массы составляют семена с микроповреждениями, а также частицы смолы и мелкого мусора, имеющие массу, близкую к массе семени, которые при отвеивании не могут быть выделены в отдельную фракцию.

В Швеции решение данной задачи достигается за счет водной сепарации (рис. 1). Семена помещают в пластмассовую (лучше прозрачную) емкость диаметром 77 см и объемом около 150 л, заполненную на 2/3 водой, и перемешивают. В результате на дно пускаются тяжелый мусор, смола, а также часть семян, имеющих сильные повреждения (быстро впитывающие влагу). При открытии клапана в нижней части емкости эти фракции можно легко удалить вместе с грязной водой. Оставшиеся семена промывают, что способствует уменьшению интенсивности поражения микрофлорой и увеличению сроков их хранения.



Рис. 1. Метод «Prevak» для удаления семян с механическими повреждениями

Чтобы удалить семена, имеющие небольшие повреждения, увеличивают их способность к поглощению влаги. Для этого в устройстве создают на 5 мин вакуум, а затем постепенно выравнивают давление в емкости до уровня атмосферного. Находящиеся в разреженной среде поврежденные семена приобретают способность к интенсивному поглощению влаги, поэтому при увеличении давления они быстро намокают и опускаются на дно устройства. Приоритет в применении данного принципа в сепараторе «Prevac» принадлежит фирме «Мотеко».

Все более широко применяемая за рубежом и в России технология производства посадочного материала с закрытой корневой системой,

предусматривает точечный высев семян при помощи специального высевающего аппарата. Такой аппарат из наполненной семенами емкости ***присасывает по одному семени к трубке с отверстием за счет создаваемого в ней вакуума***. Отключение вакуума ведет к падению семян в наполненные грунтом контейнеры. Понятно, что чем более выровнены массы и размеры семян, тем легче настроить высевающий аппарат, т. е. исключить присасывание к одному отверстию двух и более семян.

Разделение партии семян на фракции по массе и размерам осуществляют с использованием гравитационных и решетчатых (сетевых) сепараторов. Цель работы гравитационного сепаратора – разделить семена приблизительно одинакового размера и формы, но с разной массой, на фракции. Для этого семена из бункера равномерно поступают на гравитационный стол с небольшим углом наклона, вдоль которого подается поток воздуха. При этом тяжелые семена, преодолевая сопротивления потока воздуха, скатываются в емкость в углу стола, а легкие, задерживаемые потоком воздуха, – в емкость в начале стола. Остальные делятся на промежуточные фракции и попадают в другие емкости. Качество работы гравитационного сепаратора зависит от точности его настройки.

Решетчатый сепаратор служит для разделения семян на фракции по длине и ширине. Сепаратор жестко крепится к полу, после чего, приводимый в движение двигателем, снабженным эксцентриком, начинает колебания в одной плоскости. За счет возникающей вибрации семена последовательно просыпаются в решета с ячейками большого, среднего и малого размеров. Задерживающиеся на решетках семена и семена самой мелкой фракции, прошедшие все три решета, сыпаются в разные емкости. Таким образом, семена могут быть разделены на 4 фракции по размеру.

Оценка посевных качеств, подсушка и упаковка семян. Между скандинавскими и российскими методами проверки посевных качеств лесных семян также существуют значительные отличия.

И в Швеции, и в России семена проращивают на специальном столе. В Швеции автоматика стола, включая и выключая подсветку, искусственно создает световые периоды (день/ночь) и очень точно поддерживает температуру на ложе для проращивания, которая является различной для дневного и ночного периодов. В России же используемые для проращивания семян столы имеют достаточно примитивную конструкцию, позволяющую лишь поддерживать температуру воды на заданном уровне (в пределах 25...30° С) с помощью контактного термометра. То есть в силу своих конструктивных особенностей они не в состоянии создавать заданные стандартные и стабильные условия для прорастания семян, что ведет к неточностям в оценках их посевных качеств.

Подсушка семян до необходимой влажности – хорошо известный важнейший прием их подготовки к хранению. В данном случае российские и шведские лесоводы расходятся в критериях. Если в России оптимальной считается влажность семян ели и сосны обыкновенной в пределах 4,5...7,5 %, то в Швеции она составляет точно 5,7 %. В России семена данных видов, как правило, хранят на складах с нерегулируемыми условиями температуры, а в Швеции – в специальных холодильных камерах, что определяет необходимость более жестких требований к влажности семян.

Традиционной тарой для упаковки семян в России являются стеклянные бутылки с притертыми стеклянными или резиновыми пробками. Такая тара тяжела, хрупка, не вполне удобна для дезинфекции, требует помещений с большими стеллажами и пр. Применяемую в Швеции упаковку – пакеты из очень плотной пленки, сохраняющие при запаивании 100 % герметичность, – следует признать более удобной. Для контроля качества семян и взятия проб нет необходимости их вскрывать. С этой целью к основному пакету прикрепляют несколько небольших герметичных пакетиков по 50 г семян – в количестве, необходимом для оценки посевных качеств семян в процессе хранения (один раз в три года). Пакеты помещают в картонные коробки с этикеткой и размещают на стеллажах в холодильной камере.

Полученные данные о качестве семян в Швеции так же, как и в России, заносят в специальные формы, составляемые на каждую партию семян. Однако в Швеции каждая упаковка семян снабжается наклейкой со штриховым кодом, в котором зашифрована информация о происхождении, качестве семян и пр.

Хранение семян. От сроков хранения семян во многом зависят объемы и качество мероприятий по лесовосстановлению и лесоразведению. Определяемые для хранения семян малые сроки (до 5...7 лет) означают преждевременную потерю ими посевных качеств, возможность получения неравномерных всходов в лесном питомнике (особенно в открытом грунте). Кроме того, возникает необходимость увеличения норм высева, потребность в дополнительной закупке или заготовке семян в неурожайные годы. Качество посадочного материала, полученного из партий семян с истекающими сроками хранения, ниже, чем из свежезаготовленных. Возрастают суммы издержек на уход за посевами и пр. Таким образом, хорошо организованное хранение семян позволяет резко снизить материальные и иные потери при воспроизводстве лесов.

Правильно обескрыленные, отсепарированные и подсушенные до оптимальной влажности семена сосны и ели на семенных складах Швеции

хранятся в 5 раз дольше, чем в России. Причиной этого является иное отношение к семенам как к биологическому объекту. Например, действующие в Швеции инструкции по обращению с семенами лесных пород, помимо всего вышесказанного, не допускают даже возможности их падения на бетонный (особенно грязный) пол с высоты человеческого роста. При хранении семян создают условия, максимально соответствующие биологии вида: режимы температуры и влажности хорошо апробированы и строго соблюдаются. Как было сказано выше, оптимальным режимом хранения семян сосны и ели считается следующий: влажность семян – 5,7 %; температура в холодильной камере $-5...-20^{\circ}\text{C}$. При этом колебания температуры в пределах $3...4^{\circ}\text{C}$ ($\pm 1,5...2^{\circ}\text{C}$) считаются неприемлемыми. Допустимы колебания лишь в пределах $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$.

Особенно губительны для семян при хранении режимы попеременной плюсовой и минусовой температур.

Важно подчеркнуть, что не только в Швеции, но и в большинстве стран за пределами границ бывшего СССР, для хранения лесных семян не строят капитальных складов, требующих сложных технических решений при термоизоляции. Для этого закупают относительно небольшие, изолированные пенопластом толщиной до 10 см камеры объемом около 50 м^3 . В такой камере задают необходимый температурный режим, который поддерживается автоматикой. Двери камеры устроены по принципу шкафа-купе, что экономит место и обеспечивает легкий доступ к любому стеллажу.

Для того чтобы вывести лесное семеноводство России на более высокий мировой уровень необходимо обобщение уже достаточно большого опыта применения зарубежных технологий семеноводства в республике Карелия, Архангельской и Нижегородской областях, Хабаровском крае. На основе анализа этого опыта следует:

- выделить наиболее сложные технологии и оборудование, которое лучше приобрести за рубежом, так как производство отечественных аналогов может оказаться не целесообразным;
- определить перечень оборудования российского производства, соответствующего по своим характеристикам лучшим зарубежным аналогам, и наладить его производство в необходимых масштабах;
- организовать совместную с зарубежными фирмами реконструкцию шишкосушилок, складов для хранения шишек и семян, лабораторий по оценке их качества и др.

Рекомендуемая литература

Гладзки М., Проказин А., Рутковский И.. О некоторых перспективных технологиях лесного семеноводства и питомнического дела // М.: Лесохозыственная информация, 2004. №1. – С. 52–63.

Контрольные вопросы

1. Изложите шведскую технологию переработки шишек.
2. В чем суть влажного метода обескрыливания семян?
3. Изложите принцип работы сепаратора «Prevac».
4. Для чего нужна сепарация семян по массе и размерам? Как ее выполняют?
5. Как организовано хранение семян в шведских фирмах?

Глава 4. МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТАНДАРТ КАЧЕСТВА СЕМЯН. МЕТОДЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

Под термином **кондиционирование** (от лат. *condicio* – условия, состояние) понимается подготовка семян, отвечающих всем требованиям нормативов качества (чистота, всхожесть, энергия прорастания, влажность и др.), предусмотренных стандартом, и создание, поддержание максимально благоприятных условий (температура, влажность и т.п.) для сохранения достигнутого биологического потенциала семян.

4.1. Теоретические основы подготовки семян к посеву

В процессе взаимодействия организма и естественной среды у семян выработалась приспособленность прорасти в то время, когда появление всходов в наибольшей мере обеспечивает их сохранность в дальнейшем.

Семена одних пород имеют **вынужденный покой** и не прорастают только из-за отсутствия необходимых условий (влаги, тепла, аэрации). Если им создать эти условия, то они дают всходы (сосна, ель, лиственница, ильмовые и т.п.). Семена других пород имеют **глубокий семенной покой** и при посеве весной не прорастают без специальной подготовки. Глубокий семенной покой, выработанный в процессе эволюции растительного мира, – биологически выгодное для сохранения вида свойство. Осенью семена попадают в условия достаточной влажности, но невысокой температуры и не прорастают. Они набухают и в таком состоянии уходят под снег. Под воздействием положительных температур весной они прорастают.

В связи с нерегулярным плодоношением древесных пород, семена длительно хранят. Это нарушает естественный ход подготовки семян к посеву и снижает их качество. Рассматривая семя как биологическую саморегулирующуюся систему, можно сразу заметить две основные противоположные части: зародыш и запасное питательное вещество,

находящиеся в диалектическом единстве. Пока семя живо, между зародышем и запасным питательным веществом происходит обмен. Зародыш во время покоя очень медленно потребляет запасное питательное вещество, при этом вся система находится в равновесном состоянии. Для выведения системы из равновесия необходимо воздействие комплекса факторов.

При намачивании семян в воде за счёт ее диссоциации изменяется энергетический уровень всей биологической системы. С повышением температуры возбужденное состояние возрастает. Кислород воздуха и воды усиливают и поддерживают возбуждённое состояние системы на высоком энергетическом уровне. Введение в раствор дополнительных энергетических материалов в виде солей, кислот или щелочей в определенных концентрациях, ускоряет процесс при более полном использовании энергетического материала семени. Ионы металлов сами могут являться дополнительным энергетическим источником при химических реакциях прорастания.

Биологическая система семени может быть выведена из равновесного состояния и путем облучения светом. В облученных семенах возникает электронное возбуждение, сохраняемое от нескольких дней до года и более. В эндосперме и зародыше семян активизируется ряд ферментов, приводящих к быстрому появлению простых сахаров и свободных органических аминокислот. Усиливается протекание окислительного процесса, способствующее образованию физиологически активных веществ, влияющих на зародыш и вызывающих его быстрое развитие.

Свет, рассматриваемый как электромагнитные колебания и одновременно как поток квантов, несущих энергию, воздействует на семена, вызывая возбужденное состояние в их биологической системе. На прорастание облученных семян влияет не только длина фотопериода, но и качество света. Стимулирующее действие оказывает красный свет. С ним связано образование фермента, который разрушает эндоспермный слой, механически ограничивающий рост зародыша.

Красный свет способствует образованию и высвобождению из связанных форм стимулятора роста - гиббереллина, который активизирует прорастание семян (Инюшин, 1973). Учитывая это, для создания светового потока определённого спектрального состава при облучении семян используют оптические квантовые генераторы (лазеры).

В семенах имеются вещества, задерживающие прорастание и называемые ингибиторами. При пониженных температурах и доступе свободного кислорода эти вещества прекращают свое тормозящее действие. Существует мнение, что они вымываются из семян или вступают

в сложные биохимические реакции, снимая барьер, тормозящий прорастание. В клетках накапливаются вещества, стимулирующие рост. При достижении достаточно высоких их концентраций начинается прорастание (Николаева, 1967).

Предпосевная подготовка активизирует и работу биологических катализаторов (ферментов), происходит образование фитогормонов, которые являются регуляторами ростовых и метаболических процессов в семенах. Они ускоряют переход нерастворимых запасных питательных веществ в доступные для питания зародышей форму. При этом кислород воздуха необходим для прорастания семян.

В семени ели, сосны, лиственницы (рис. 2) между твёрдой внешней оболочкой и эндоспермом есть две плёнки.

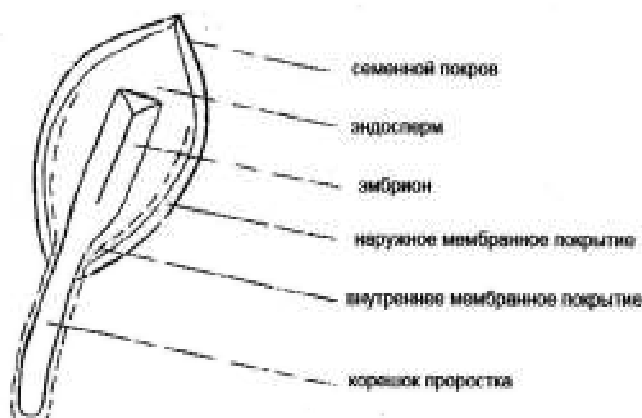


Рис.2. Строение проростка семени ели

Внутренняя из этих плёнок покрывает половину семени и разделяется при прорастании. Она полупроницаема. При первом появлении корешка внутренняя плёнка превращается в водосодержащее покрытие, охватывающее корешок. Оно состоит из мёртвых клеточных нитей и неклеточного полисахарида. Это покрытие защищает корешок проростка от высыхания, облегчает проникновение корня вниз, в почву. Прорастающие семена обладают повышенной способностью выдерживать засуху.

4.2. Моменты, которые необходимо учитывать при кондиционировании семян

Разные среды для посева – теплица, открытый грунт питомника, лесная вырубка требуют различных параметров оценки качества семян при кондиционировании.

Теплица требует максимальной грунтовой всхожести, а, следовательно, удаления пустых и механически повреждённых семян. Это позволяет снизить количество контейнеров без сеянцев при выращивании посадочного материала с закрытыми корнями.

В *питомнике* требования к максимальной всхожести ниже, но высокая энергия прорастания семян должна быть обязательно (желательно, чтобы семена хвойных взошли за 5...7 дней, так как в условиях южной тайги задержка с прорастанием всего на один день равна потере 3,5 % массы надземной части сеянца).

На *лесной вырубке* – растянутое прорастание может спасти часть посевов от засухи. Скрупулёзная отсортировка невсхожих семян здесь не требуется. Желательная ситуация: достаточное количество семян главной породы, большое количество резервных растений, растянутый срок прорастания – за май-июнь месяцы.

4.3. Показатели качества по международному стандарту

ISTA (International seed test association) – Международная ассоциация по испытанию семян. Эта организация выдаёт сертификаты качества при международных торговых сделках с семенами деревьев, кустарников, цветов и других растений. Средний образец для анализа в ISTA посевных качеств семян хвойных пород должен быть не менее 60 г.

В сертификатах отражают следующие основные показатели качества семян.

Чистота, %. Выделяют фракции чистых семян исследуемой породы, живой и мёртвый сор, примесь семян других растений. Обычно показатель чистоты приближается к 100 %.

Влажность, %. (для сосны и ели около 6...7 %).

Масса 1000 семян, г.

Доля живых и мёртвых семян, % (тест с тетразолом: мертвые семена бесцветные).

Доля пустых и наполненных семян, %. Допускается не более 2 % пустых семян (рентген, метод разрезания: 4 пробы по 100 семян каждая).

Всхожесть (анатомический потенциал семян), % – проросшим считается семя с длиной корешка не менее 50 % длины семени. На анализ берут 4 пробы по 100 семян. Срок проращивания – 21 день при температуре воды днём 30° С (8 часов), ночью 20°С (16 часов), 8-часовое освещение в дневное время - 1000 люкс.

Доля всходов с отклонениями от нормы – не более 1...2 %.

Доля не проросших живых и мертвых семян, %.

Энергия прорастания (всхожесть за 1/3 срока проращивания), %. Подсчёт проростков семян сосны и ели ведут на 7-й день. Хорошие семена имеют энергию прорастания более 75 % для ели и более 85 % для сосны.

Доля семян с повреждениями, % – семена обрабатывают контрастным веществом (например, хлороформом) и просматривают в рентгеновских лучах. Под влиянием хлороформа повреждения становятся видимыми (мелкие светлые точки).

Дополнительные определения:

Тест на **ферментативную активность** – при прорастании активизируются различные ферменты.

Тест на **дыхание** – при прорастании семена потребляют кислород, что позволяет судить об их метаболической активности.

Тест **с элюатом** – мёртвые или механически повреждённые семена утрачивают определённые вещества в аппарате прорастания. С помощью специальных реагентов можно классифицировать эти вещества, что даст представление о причине невсхожести семян.

Тест на **электропроводимость** – в воде семена с низкой жизнеспособностью теряют большее количество минеральных веществ, в результате чего электропроводимость повышается.

Движущая сила – семена помещают на различную глубину во влажный песок и размещают с равными внутренними интервалами.

Тест **с применением холода** – после заражения патогенными грибами семена хранят на торфе при нескольких градусах тепла в течение нескольких недель. Жизнеспособность определяется на 7-й день.

Выносливость по отношению к **повышенной температуре**.

Масса всходов.

В табл. 1 показано влияние хранения семян ели в течение 6 лет на основные показатели качества.

Таблица 1

Показатели качества семян ели свежесобранных
и через 6 лет после хранения в семенохранилище

Показатель качества семян, %	Свежесобранные семена	Те же семена через 6 лет
Чистота	100	100
Влажность	6	6
Механические повреждения	не определяли	5
Пустые семена	нет	нет
Полные семена	100	100
Анатомический потенциал	70	70
Живые семена до теста на всхожесть	не определяли	Класс зародышей (доля семян, %)

		I II III IV 10 20 30 40
Тест IDS	не определяли	80
Всхожесть	66	40
Энергия прорастания (7/21)	70	40
Ненормальные всходы	3	10
Здоровые, но не проросшие семена	11	20
Не проросшие, мёртвые семена	20	30
Заражение грибами	отсутствует	сильное

Как видно из таблицы, со временем показатели качества семян даже при хранении в специальном помещении ухудшаются.

4.4. Основные методы кондиционирования семян

Сепарация выполняется с целью отделить полнозернистые, жизнеспособные семена с неповрежденной оболочкой от пустых, нежизнеспособных, поврежденных семян и мусора.

С помощью отечественных веялок ОАС-2, ОВС- 2, а также машины МОС-1А проводят отделение крылаток, пустых семян и мусора, а остальные семена закладывают на хранение.

Семена с микроповреждениями (часто составляют до 1/3 общей массы семян), а также частицы смолы и мусора, имеющие массу близкую к массе семени, при отвеивании не могут быть выделены в отдельную фракцию (рис. 3).

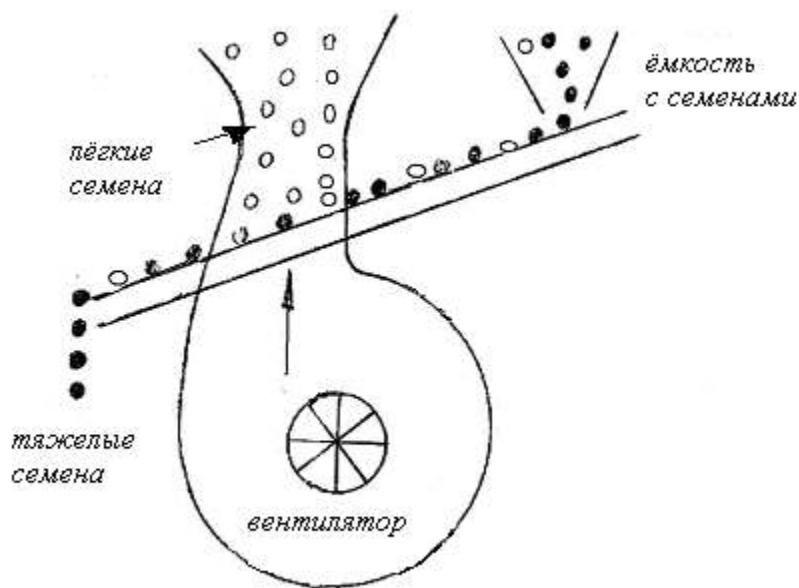


Рис. 3. Разделение семян на фракции в воздушном потоке

Разделение семян на фракции по массе и размерам осуществляется с использованием гравитационных (деление по массе) и решетчатых (деление по длине и ширине) сепараторов.

Шведский **метод IDS ускорения прорастания семян в грунте**. Достигается последовательным проведением действий по намачиванию и подсушиванию семян. Основывается на принципе, что мёртвые семена при сушке отдают воду быстрее, чем живые. Заставляя семена сначала впитывать воду (инкубация между двумя листами фильтровальной бумаги или в полиэтиленовом мешке при температуре 15°C, трое суток во влажном (35 % воды) состоянии и с проветриванием), а затем высушить до влажности 5 % при температуре не более 25°C с продуванием сухого воздуха за 2...6 ч, достигают более высокого удельного веса у живых семян по сравнению с мёртвыми. Далее выполняют сепарацию в течение 5 мин. В воде живые семена опускаются, а мёртвые всплывают (рис. 4). Полнозернистые семена высушивают до 6 % влажности и отправляют на хранение.

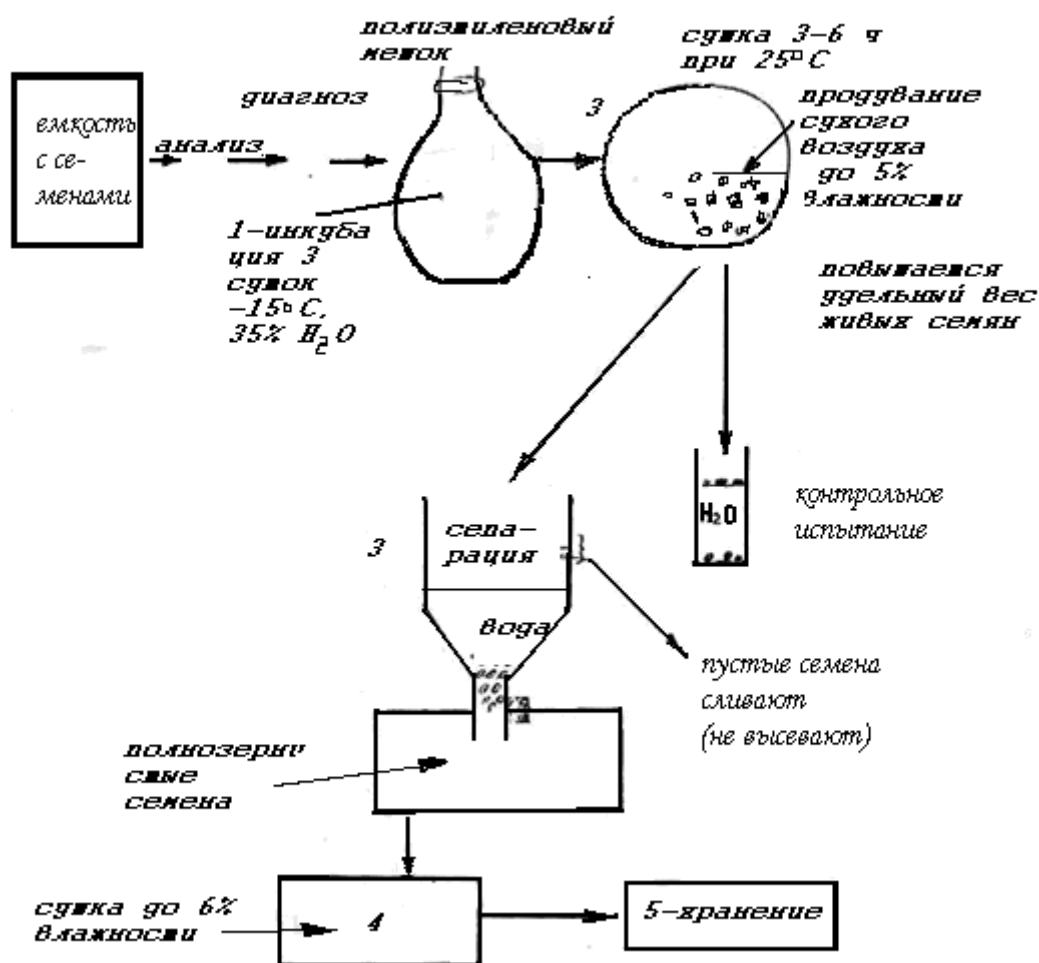


Рис. 4. Метод IDS для ускорения прорастания семян в грунте

Об эффективности этой технологии говорят следующие данные: из обработанных семян сосны и ели всходы в грунте появляются через два дня. При оптимальных условиях в теплице сеянцы достигают высоты 4...5 см за две недели (Гладзки, Проказин, Рутковский, 2004). Особенно перспективна эта технология для семян ели, отличающихся более медленным и менее дружным прорастанием в грунте по сравнению с сосной.

Стратификация. Чаще применяется не переслаивание, а перемешивание семян с песком или торфом, что обособляет семена друг от друга, тем самым препятствуя распространению грибных заболеваний.

Этот метод применяется для семян с глубоким и вынужденным покоем, так как позволяет снизить норму посева на 10...20 %. Семена большинства пород стратифицируют при температуре 0...+5°C, иногда до 10°C. Используют торфяную крошку, среднезернистый, отмытый от

мелкозема песок, реже опилки. Предварительно замоченные семена смешивают с тройным объёмом песка или торфа и увлажняют до влажности 50...60 % от полной влагоёмкости (при сжатии песка вода не выделяется, но сохраняется приданная субстрату форма; из торфяной крошки вода выступает редкими каплями). Лежалые и подсохшие семена предварительно замачивают на 3...5 суток.

В процессе стратификации семена и субстрат регулярно перемешивают и увлажняют. За 1...2 дня до посева субстрат и семена разделяют или высевают вместе. Срок стратификации и оптимальный температурный режим зависят от породы и её видовых особенностей.

Намачивание семян применяется для семян с вынужденным семенным покоем. Семена намачивают в воде при комнатной температуре: сосна, ель – 18 ч, лиственница – 24 ч, акация желтая – 6...8 ч, вяз, береза – 4 ч. Хорошие результаты даёт последующее облучение набухших семян солнечным светом в течение 1...2 ч.

Снегование. Намоченные в течение суток семена насыпают в мешочки из редкой ткани на 1/3 их объема. Затем на 1...4 месяца до посева мешочки раскладывают на уплотнённый слой снега и засыпают снегом, который сверху уплотняют, закрывают опилками, лапником или соломой. Слой семян в мешочках не более 3 см. Мелкие семена можно укладывать в ящиках, чередуя слой семян в 2...5 см со слоем снега 5...10 см. Сосну сибирскую, ясень, клен можно стратифицировать в снежных траншеях. Весной семена из-под снега достают и обсушивают до состояния сыпучести в день посева.

Обработка семян микроэлементами. Бор положительно влияет на развитие стеблей, листьев и корневой системы сеянцев. При его недостатке происходит нарушение углеводного и белкового обменов, задерживается отток ассимилянтов, ухудшаются условия фотосинтеза, ослабляется активность ферментов.

Медь регулирует окислительно-восстановительные процессы, входит в состав ферментов.

Марганец повышает активность железосодержащих ферментов и способствует нормальному их функционированию в реакциях окисления. Недостаток марганца проявляется в развитии хлороза между главными жилками листа, особенно в верхней части кроны.

Кобальт повышает содержание хлорофилла и количество коллоидно-связанной воды в листьях, усиливает восстановительную активность тканей, повышает устойчивость растений к ржавчине.

Цинк способствует окислению белков и образованию стимуляторов роста (ауксинов), усиливает рост корней, положительно сказывается на морозоустойчивости и засухоустойчивости растений.

Молибден повышает интенсивность дыхания и ассимиляции CO_2 , усиливает активность азотфиксирующих бактерий, способствует прорастанию семян, ускоряет начальный рост растений.

Рекомендуемые концентрации препаратов, мг/л теплой воды:

марганцовокислый калий, KMnO_4 – 50...200,

сернокислая медь, CuSO_4 – 100,

борная кислота, H_3BO_3 – 200,

молибденовокислый аммоний, $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ – 300...500,

сернокислый кобальт, CoSO_4 – 400.

В результате снижается отпад сеянцев от заболеваний и повышается жизнеспособность выращиваемых растений. Срок экспозиции – 14...16 ч. Для предпосевной обработки семян можно применять также смесь микроэлементов из расчета 200 мг каждого препарата на 10 л воды.

Обработку семян активаторами и стимуляторами проводят путем замачивания их на определенное время в растворах комнатной температуры, содержащих стимуляторы или биопрепараты. Стимуляторами роста являются гиббереллин, гетероауксин, пара-аминобензойная кислота (ПАБК), янтарная кислота в концентрации 0,01...0,005 %. Высокий эффект при подготовке семян к посеву дает намачивание их в водных растворах картолине, мивале и других препаратов на основе фумаровой кислоты (фумар и фумаран). Эти вещества безопасны для человека и окружающей среды, применяются в концентрации 0,0001...0,00001 %. Они повышают выход стандартных сеянцев сосны и ели на 10...15 %. Для обработки семян биопрепаратами применяют активатор прорастания семян (АПС), азотовит и бактофосфин. Их рабочие растворы готовят из расчета на 1 литр воды: АПС – 10,0 мл, азотовит или бактофосфин 0,5...1,0 мл. Положительный эффект от этих экологически чистых биопрепаратов достигается за счет того, что микроорганизмы, входящие в их состав, продуцируют стимуляторы роста цитокининового типа, подавляет патогенную микрофлору, повышают активность микробиологических процессов в почве, улучшают азотно-фосфорное питание растений.

Проращивание семян до состояния наклевывания рекомендуется для семян с вынужденным семенным покоем (сосна, ель, лиственница, акация, ильмовые и др.). Предварительно намоченные семена смешивают с перегноем или песком и выдерживают при температуре 20...25° С до тех пор, пока основная масса семян не наклюнется. Ежедневно смесь перемешивают, а при необходимости и увлажняют.

Барботирование семян – это насыщение тканей семян кислородом, растворенным в воде. Данный прием сейчас широко применяется при подготовке семян овощных культур. Он повышает всхожесть семян,

ускоряет их прорастание. Принцип действия устройств разных модификаций: семена загружаются в сосуд, заполненный водой, вода аэрируется кислородом из баллона или воздухом с помощью компрессора. Расход воздуха или кислорода подбирается экспериментально. В процессе аэрации семена периодически перемешивают. Длительность аэрации – от нескольких часов до одних суток. Об окончании процесса барботации судят визуально по количеству в партии семян с разорванной оболочкой и обнажением эндосперма. Количество таких семян должно быть единичное. Затем семена подсушивают при температуре не выше 30° С до состояния сыпучести и сразу же высевают. Посев делают не позднее следующего дня.

В наших опытах семена сосны и ели барботировали с помощью маломощного компрессора (производительность 100 см³/мин) воздухом в течение 6...8 ч. Грунтовая всхожесть увеличивалась на 5...8 %, длительность прорастания сокращалась на 3...5 дней. Эффект барботации снижался тем больше, чем дольше семена хранили после этой операции перед посевом.

В производственных условиях используют бочку с отверстием и штуцером в дне или нижней части боковой стенки. Объем бочки рассчитывается, исходя из количества семян. Для барботации 8...10 кг семян нужна ёмкость 40...50 л (т.е. в 5 раз больше). На дно ёмкости укладывают расщепитель (пористая керамика, соответствующая диаметру ёмкости) или непосредственно от входного отверстия прямо по дну прокладывается дренажная трубка с отверстиями для выхода воздуха. К штуцеру снаружи подключают компрессор, ёмкость заливают теплой (25°С) водой. Воздух подаётся под давлением 1,5...2 атм. (вода при этом должна «кипеть»).

Воздушно-тепловая обработка применяется для ускорения прорастания и повышения всхожести семян.

Семена обогревают при температуре 30...35°С и проветривают в помещении в течение 2...5 суток, на открытом воздухе (на солнце) – 2...4 дня. Тепло и кислород способствуют нарушению семенного покоя. Сосну на солнце обогревают 7 дней (35...40°С), лиственницу – 5 дней. Прогревание надо делать перед протравливанием семян и не превышать указанной температуры. Увеличение всхожести и энергии прорастания составляет 15...20 %.

Скарификация – механическое или химическое воздействие на твердые оболочки. В результате оболочка семян становится водопроницаемой. Перетирают с крупным песком семена гледичии, белой акации. Семена сосны и ели, собранные несколько лет назад, рекомендуется намачивать в хлорной воде с концентрацией 1:50, а семена лиственницы – в известковом (1 %) растворе, что оказывает химическое

воздействие не только на оболочки, но и на процессы жизнедеятельности семян. Экспозиция - 36...48 часов. Серной кислотой (концентрированной) обрабатывают семена акации белой – 1 ч, гледичии – 2 ч, липы – 30 мин. Затем семена промывают чистой проточной водой.

Механическое воздействие осуществляют скарификационной машиной, перетиранием влажных семян с крупным песком, а также путем надкалывания скорлупы орехов и вставления между створками палочки.

Ошпаривание применяют для размягчения оболочки семян белой акации и гледичии. Семена заливают крутым кипятком, так чтобы над семенами был слой воды в 1...2 см, с последующим перемешиванием и оставлением семян в воде до полного её остывания.

Можно применить и другой способ:

Семена насыпают на 1/3...1/4 объема кадки, заливают горячей (80° С) водой, перемешивают 10...15 мин и оставляют на 12 часов. Набухшие семена отделяют. Не набухшие семена подвергают повторной обработке. Затем набухшие семена смешивают с влажным песком и выдерживают при температуре 24...20° С в течение 4...5 дней, периодически помешивая и увлажняя. Всхожесть семян увеличивается на 40...80 %. Обваривание кипятком ореха маньчжурского сокращает срок стратификации с шести до одного месяца.

Дражирование семян делают с целью облегчения их точного посева. Осуществляется в емкостях типа бетономешалки с различным углом наклона (например, дражироватор СВА-2А). Для дражирования используются торф с гуматом аммония или сапропель с поливинилацетатным клеем (до 5 % состава). Драже диаметром около 4 мм высушивают при температуре 30° С. Следует, однако, отметить, что дражирующая масса при насыщении водой блокирует поступление кислорода к семенам и процесс прорастания может затянуться.

Инокуляция семян микоризой основана на симбиозе грибов и высших растений. Гифы гриба могут проникать между клетками корней растения-хозяина (эндомикориза) или образовывать плотный ковер нитей поверх корней (эктомикориза). Дерево дает грибам сахар и крахмал (до 10 %), грибы – влагу и питательные вещества (фосфат). Микориза препятствует заражению корней дерева патогенными микроорганизмами, аккумулирует большие количества тяжелых металлов, создаёт буферную среду от неблагоприятных воздействий. Типичный гриб питомников – *Telephora terrestris*.

Дражирование семян с микоризой (инокуляция) позволяет использовать оптимальное количество спор на каждое семя. Количество дражирующей массы на семени всегда должно быть минимальным. Можно дражировать споры отдельно, а нежелательные виды грибов удалять с

помощью фунгицидов. Микориза дает наибольший эффект, если среда, в которой осуществляются посадки, сопряжена со стрессом для саженца: засуха, недостаток фосфатов, низкое pH, высокая концентрация тяжелых металлов и др. Прирост по запасу на таких участках возрастает на 50 % и более.

Ольху заражают бактериями из группы *Actinomycetes* рода *Frankia*. Механизмы микоризы и фиксации азота не только дополняют друг друга, но и оказывают взаимное стимулирующее воздействие.

Дезинфекция и дезинсекция семян – это защита их от грибных (*Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Trichoderma*) болезней и насекомых-вредителей. Иногда для дезинфекции семян сосны, ели и лиственницы бывает достаточно смыть споры ударным действием струи воды и трением семян друг о друга

Сухое протравливание делают в специальных вращающихся барабанах или бочках, в которые семена вместе с протравителем засыпают на 2/3 их объема. Вращение барабана продолжается 5...10 мин со скоростью 40...50 об./мин. Вид применяемого химиката определяется по ежегодному Государственному каталогу препаратов, разрешенных для применения на территории РФ.

Раствор уксусной кислоты концентрации 0,5 % используют для протравливания семян сосны, ели, ясеня, клена, желтой акации. Срок экспозиции 30 мин. Перед просушкой протравленные семена промывают.

В 0,5 %-раствор KMnO_4 (5 г на 1 л воды) погружают сухие семена хвойных пород на 2 часа. Для стратифицированных семян концентрацию раствора снижают до 0,2 %, а срок намачивания до 10...12 мин. После обработки семена просушивают до состояния сыпучести.

Эффективным приемом в борьбе с *шютте обыкновенным* является протравливание семян антибиотиками путем опудривания или замачивания в водных суспензиях.

Рекомендуемая литература

Брынцев В.А., Коженкова А.А.. Лесное семеноводство: учебное пособие - М.: МГУЛ, 2001. - 116 с.

Жигунов А.В., Маркова И.А. Производство посадочного материала в лесных питомниках Северо-Запада России: Практические рекомендации. СПб.: СПбНИИЛХ, 2005. – 120 с.

Контрольные вопросы

1. Какие приёмы стимулируют прорастание семян, в чём заключается механизм их действия?
2. Назовите основные показатели качества в международном сертификате на семена.

3. Как изменяются показатели качества семян хвойных пород при их длительном хранении?
4. В чём суть метода барботирования семян?
5. Зачем применяется инокуляция семян микоризой?

ПОСАДОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ. ЛЕСНЫЕ ПИТОМНИКИ

Глава 5. МИКРОКЛОНАЛЬНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ ПОРОД

Высокий уровень гетерозиготности ветроопыляемых лесообразующих пород оставляет мало надежды на полное воспроизводство ценных качеств отобранных экземпляров при семенном размножении. Особенно это касается признаков роста, природа которых полигенна, а сочетание генов при скрещивании непредсказуемо. В результате уровень наследуемости ценных признаков роста при семенном размножении хвойных пород в лучшем случае составляет лишь 10...20 % (Долголиков, Попивший, 1992). Преимущество же вегетативного размножения заключается, прежде всего, в полном воспроизводстве генотипа и сохранении уникальных сочетаний генов, возникших спонтанно или в результате контролируемого скрещивания.

Существует препятствие, ограничивающее возможность клоновой селекции – возраст маточных растений. По данным В.М. Роне (1990), укореняемость черенков с 3...4-летних саженцев ели европейской составляет в среднем 80...90 % и до 10-летнего возраста снижается с каждым последующим годом на 3...5 %. При вегетативном размножении маточников старше 7...10 лет наблюдается не только резкое снижение ризогенеза черенков, но и депрессия роста полученных саженцев.

Эта проблема может быть решена с помощью принципиально нового метода вегетативного размножения, основанного на культивировании изолированных клеток и органов растений в стерильных условиях на питательных средах, *in vitro* (микроразмножение, микроклонирование в стекле).

Разработка метода *in vitro* была успешно начата в 30-х годах XX века Ф. Уайтом в США и Р. Готре во Франции. Этих ученых считают основоположниками метода. Ими и их последователями была детально разработана методика культивирования растительных изолированных клеток, тканей и органов растений. В настоящее время изолированные культуры приобрели не только научное, но и практическое значение, особенно при выращивании сортового декоративного посадочного материала (рис. 5).



Рис. 5. Растение, выращенное путем микрклонального размножения в пробирке

Исследования проводятся в нескольких направлениях.

Первое связано со способностью изолированных растительных клеток **продуцировать ценные** для фармакологической, пищевой и парфюмерной промышленности **вещества вторичного синтеза**: гормоны, эфирные масла, алкалоиды, терпены, стероиды. Как правило, их получают из каллусной ткани. Например, за год прирост корня женьшеня в тайге составляет 1 г, на плантации – 3 г. При выращивании клеток корневого происхождения на агаре можно получить 0,4 г сухой массы на литр среды в день. Биомасса клеток женьшеня в суспензии при выращивании в 50-литровом ферменторе увеличивается на 2 г в литре среды за сутки, что в 1000 раз больше, чем при выращивании на плантации. 1 кг полученного корня стоит 100...150 долл. США, дикорастущего - несколько тысяч долларов.

В последние годы особый интерес представляют исследования по культивированию в биореакторах изолированных клеток тиса ягодного. Установлено, что клетки этого растения синтезируют таксон - вещество, которое является антираковым препаратом.

Второе направление позволяет:

- **избежать заражения вирусами и патогенами** посадочного материала (рис. 6* – звездочкой помечены рисунки, взятые из презентации К.А. Шестибратова), генетически идентичного с исходными

родительскими формами (получены регенеранты тополя, устойчивого к листовой пятнистости, яблони – к мучнистой росе, ели – к корневой гнили.

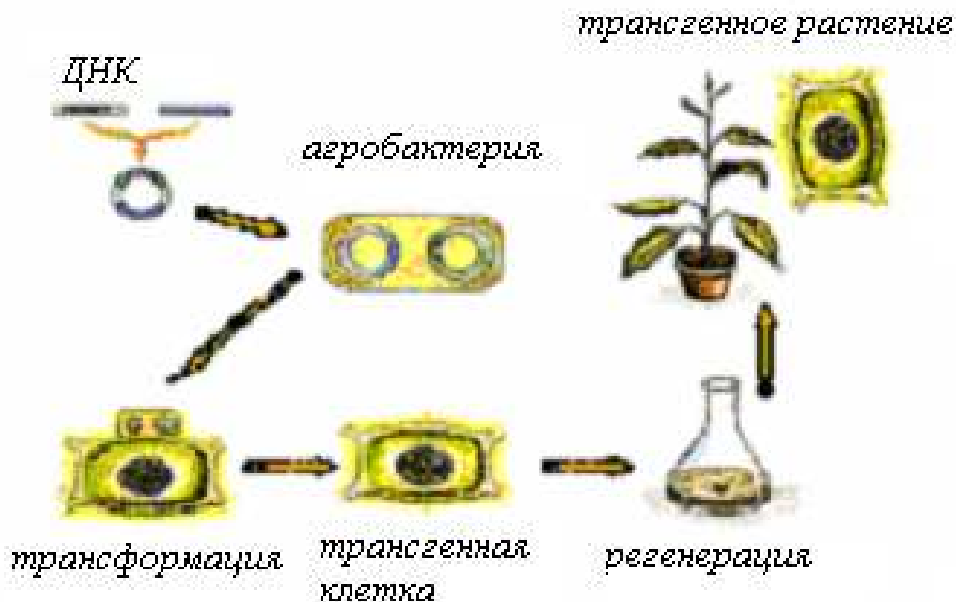


Рис. 6*. Технологии генетической трансформации

- **размножать особи, которые практически не размножаются традиционными методами;**
- **сокращать период перехода** растений **от ювенильной к репродуктивной фазе** развития;
- **облегчать и ускорять селекционный процесс;**
- **проводить работы по размножению круглый год**, независимо от сезона, экономя при этом площади, необходимые для производства посадочного материала. 1 м² лаборатории может ежегодно дать 25 тыс. шт. регенерантов (Бургутин, 1988).

Третье направление – использование клеточных технологий **для создания новых форм и сортов.**

Древесные виды - самые сложные для культуры *in vitro*. Все типы тканей и органов у них сильно заражены грибами и бактериями, что значительно затрудняет обеспечение асептики эксплантов. (Эксплант - это фрагмент ткани или органа растения, инкубируемый самостоятельно или используемый для получения первичного каллуса). Весьма существенное влияние оказывают также видовые и генотипические особенности древесных растений, что требует порой значительной модификации методик и сред для их размножения. Хвойные породы содержат в клетках большое количество вторичных соединений (фенолов, терпенов и т.д.),

которые в изолированных тканях активируются. Окисленные фенолы обычно ингибируют деление и рост клеток, что ведет к гибели первичного экспланта или уменьшению способности тканей древесных растений к регенерации адвентивных (придаточных) почек.

Таким образом, в основе метода микроклонирования лежит уникальная способность растительной клетки реализовывать присущую ей тотипотентность (воспроизведение растения, генетически идентичного исходному).

5.1. Факторы, влияющие на процесс микроразмножения

На эффективность размножения влияет ряд факторов различной природы. Это физиологические особенности вводимого в культуру растения, химические и физические условия культивирования. Наиболее важным моментом является выбор материнского растения и экспланта.

При выборе материнского растения необходимо учитывать его физиологические, сортовые и видовые особенности. Исходные растения должны быть здоровыми, не пораженными грибными, бактериальными и вирусными болезнями, находиться в состоянии интенсивного роста.

При выборе экспланта учитывают его возраст, строение и происхождение. Для обеспечения максимальной стабильности клонируемого материала желательно использовать молодые, слабо дифференцированные ткани, которые укореняются лучше, чем зрелые. Для древесных пород лучше использовать кончики стеблей, пазушные почки, зародыши, молодые листья, то есть экспланты, содержащие меристемы. Чем меньше размер экспланта, тем меньше его регенерационная способность. Однако в крупном экспланте увеличивается возможность появления в его клетках вирусов и других патогенов, что препятствует оздоровлению тканей.

При длительном культивировании частота укореняемости побегов возрастает. Возможно, эксплант приобретает признаки ювенильности, что ведет к повышению его морфогенетического потенциала.

Эффективность стерилизации также определяется особенностями экспланта. Внутреннее заражение исходных эксплантов бывает намного сильнее, чем поверхностное, поэтому экспланты предварительно обрабатывают фунгицидами и антибиотиками против грибной и бактериальной инфекции.

Состав питательной среды подбирают с учетом особенностей каждого вида растений. На клональное микроразмножение влияют гормоны, минеральные соли, витамины и углеводы. В качестве источника углеводного питания используют сахарозы, глюкозы, фруктозы, галактозы

различной концентрации на разных этапах клонального размножения. Наиболее часто используют среды Мурасиге и Скуга, Линсмайера и Скуга, Шенка и Хильдебрандта, Нича и другие.

Температура культивационного помещения обычно варьирует в интервале 22...26°C днем и 18...22°C ночью. В некоторых случаях понижение температуры ведет к повышению эффективности размножения. Относительная влажность воздуха - 65...70 %.

На первых двух этапах оптимальная освещенность колеблется от 1000 до 3000 люкс, фотопериод 14...16 ч. Важное значение имеет также сочетание спектрального состава света и гормональных факторов среды.

Для повышения коэффициента размножения необходимо *каждому виду* с учетом его естественного ареала произрастания подбирать *индивидуальные условия культивирования* (рис. 7).



Рис. 7*. Фитотрон для размещения колб с эксплантами

5.2. Этапы клонального размножения

Процесс клонального микроразмножения можно разделить на 4 основных этапа.

1) Выбор растения-донора. Эксплантирование исходной ткани растения. Стерилизация полученных растительных тканей. Получение хорошо растущей стерильной культуры (рис. 8.).



Рис. 8. Проплиферация зародыша из каллуса

2) Собственно размножение, то есть получение необходимого количества меристематических клонов.

3) Укоренение размноженных побегов, обеспечение развития нормальной корневой системы (рис. 9), при необходимости депонирование растений-регенерантов при пониженной температуре (+2...10°C).



Рис. 9. Укоренение побегов на питательной среде, содержащей минеральные соли (по Мурасиге и Скугу)

4) Выращивание растений в условиях теплицы с целью их адаптации к почвенным условиям открытого грунта и собственно посадке (закалка растений: увеличение интенсивности освещения, понижение влажности воздуха и др.).

На всех этапах микроразмножения обеспечивается высокий уровень стерильности посуды для укоренения, помещений и инструмента, питательной среды, растительного материала.

Получение стерильного растительного материала начинается с удаления остатков земли, листьев, чешуй и т.п. Затем растительный материал моют в проточной воде с использованием моющих средств, ополаскивают сначала обычной, а затем дистиллированной водой.

Далее стерилизацию проводят путем погружения растительного материала в 96° этанол. Экспозиция зависит от первичного экспланта: листья, почки, семена погружают, соответственно, на 10, 30, 60 секунд, а корни - на 2...3 минуты. Иногда поверхность листьев, спящих почек (особенно хвойных) протирают перед основной стерилизацией ватой, смоченной этанолом. Это способствует разрушению и удалению воскового налёта на первичном экспланте, усилению действия стерилизующих

веществ. В качестве стерилизаторов используют ртутьсодержащие и хлорсодержащие вещества или окислители со специально подобранными сроками экспозиции. После стерилизации любым раствором растительные ткани промывают в 3...4 порциях стерильной дистиллированной воды по 10...15 минут каждый раз.

Если указанные способы стерилизации не позволяют растительным тканям избавиться от внутренней инфекции, в состав питательной среды вводят антибиотики (тетрацилин, бензилпенициллин и др.) в концентрации 100...200 мг/л. Это в первую очередь относится к древесным растениям, которым свойственно накопление внутренней инфекции.

После стерилизации из семян извлекают зародыши, а с вегетативных спящих почек удаляют кроющие чешуйки до обнажения меристемы с двумя парами листовых зачатков. Изолированные экспланты переносят на заранее приготовленную стерильную питательную среду. Пробирки или чашки Петри помещают в камеру фитотрона или в световую комнату, где поддерживают указанные выше условия выращивания.

Помимо выращивания каллусной ткани поверхностным способом (на агаре) в практике используется и другой способ культивирования – в жидкой среде, в результате которого образуется суспензия. Оптимальная скорость перемешивания, обеспечивающая получение суспензии – 100...120 оборотов в минуту. Первичную суспензию фильтруют через 1...2 слоя стерильной марли, нейлона или металлические сита, что позволяет избавиться от крупных, плотных кусков каллусной ткани. В суспензии наращивание каллусной ткани происходит в два раза быстрее. Это имеет огромное значение при получении веществ вторичного синтеза – алкалоидов, терпенов, гликозидов, полисахаридов, эфирных масел и др. Возможна автоматизация процессов подачи нового питательного раствора и удаление старого, что существенно облегчает процесс промышленного производства.

Цикл микрочеренкования повторяется многократно, поэтому микроклонирование позволяет получить достаточно высокий коэффициент размножения: $10^5...10^6$ растений в год из одной меристемы для травянистых растений; $10^5...10^4$ – для кустарников и плодовых культур; 10^4 – для хвойных пород.

На первом этапе, как правило, используют среду, содержащую минеральные соли по рецепту Мурасига и Скуга, а также различные биологически активные вещества и стимуляторы роста (ауксины, цитокинины) в разных сочетаниях в зависимости от объекта.

Основой создания клеточных культур является *каллусогенез*. Каллус – это неорганизованно растущая, аморфная ткань, которая

образуется через 4...6 недель с момента начала культивирования. Для того чтобы не произошло старения (утраты способности к делению) и отмирания каллусных клеток, первичный и пересадочный каллус (трансплант массой 60...100 мг) переносят на свежую питательную среду через каждые 28...30 дней. Эта операция (пассирование) даёт возможность поддерживать способность клеток к делению (пролиферации) в течение десятков лет.

Каллусная ткань состоит из гетерогенных клеток, которые могут различаться по числу хромосом. Генетическая нестабильность может быть вызвана неоднородностью исходного растительного материала, длительным пассированием каллусных клеток, а также действием на генетический аппарат клетки фитогормонов, входящих в состав питательной среды (Калашникова, Родин, 2004). Однако не всегда каллусные клетки характеризуются генетической нестабильностью. Каллус, полученный из изолированных зародышей ели обыкновенной, сохраняет генетическую стабильность при длительном субкультивировании, а полученные из него регенеранты идентичны исходному клону.

При наличии ингибирования роста первичного экспланта фенолами, терпенами или другими вторичными соединениями применяются антиоксиданты. Делают либо омывку эксплантов слабым его раствором в течение 4...24 ч, либо непосредственным добавлением в питательную среду. В качестве антиоксидантов используют аскорбиновую кислоту (1 мг/л), глутатион (4...5 мг/л) или дитиотриэтол (1...3 мг/л) и др. В некоторых случаях целесообразно добавлять в питательную среду адсорбент - древесный активированный уголь в концентрации 0,5...1 %. Продолжительность первого этапа может колебаться от 1 до 2 месяцев, в результате чего наблюдается рост меристематических тканей и формирование первичных побегов.

На втором этапе основную роль при подборе оптимальных условий культивирования играют соотношение и концентрация внесенных в питательную среду цитокининов и ауксинов. Из цитокининов наиболее часто используют БАП (6-бензиламинопурин) в концентрации 1...10 мг/л, а из ауксинов – ИУК (индолил 3-уксусную кислоту) или НУК (нафтилуксусную кислоту) в концентрациях до 0,5 мг/л. При проявлении токсического действия цитокининов вследствие накопления их в тканях необходим переход на среды с меньшей концентрацией цитокининов или чередование циклов культивирования на средах с низким и высоким уровнем фитогормонов (Катаева, Бутенко, 1983).

На третьем этапе, как правило, меняют основной состав среды: в 2...4 раза уменьшают концентрацию минеральных солей по рецепту

Мурасига и Скука или заменяют ее средой Уайта, снижают количество сахара до 0,5...1 % и полностью исключают цитокинины, оставляя лишь ауксин. В качестве стимулятора корнеобразования используют ИУК, НУК и реже ИМК (индолилмасляную кислоту).

Пересадка растений-регенерантов в субстрат является завершающим этапом. Наиболее благоприятное время для пересадки полученных растений - весна и начало лета. Растения с 2...3 листьями и хорошо развитой корневой системой осторожно вынимают из колб или пробирок пинцетом, отмывают от агара и высаживают в почвенный субстрат, предварительно простерилизованный при 85...90° С в течение 1...2 ч. В качестве субстратов используют торф, песок (3:1) или торф, дерновую почву, перлит (1:1:1)

Приготовленным заранее субстратом заполняют пикировочные ящики или торфяные горшочки, в которые высаживают растения-регенеранты. Их размещают в теплицах с регулируемым температурным режимом (20...22°С), освещенностью не более 5 тыс. люкс и влажностью 65...90 %. Для лучшего роста растений создают условия искусственного тумана. Через 20...30 дней хорошо укоренившиеся растения подкармливают комплексным минеральным удобрением. По мере роста растений их рассаживают в большие емкости со свежим субстратом.

Акклиматизацию и доращивание пробирочных растений целесообразно проводить в теплицах, покрытых плёнкой типа ЭВА, «Урожай-50», которая пропускает благоприятный для фотосинтеза спектр света (рис. 10).



Рис. 10. Адаптация и дорацивание эксплантов в условиях защищенного грунта

Одновременно она преобразует ультрафиолетовые лучи, тормозящие рост растений, в лучи красного цвета, активно участвующие в фотосинтезе. В результате этого фотосинтез и рост растений значительно активизируется.

Процесс адаптации пробирочных растений является трудоемкой операцией. Гибель, остановка в росте, опадение листьев, в первую очередь, связаны с нарушением деятельности устьичного аппарата, вследствие чего происходит потеря большого количества воды. У некоторых растений могут быть слабо развиты корневые волоски, что приводит к нарушению поглощения воды и минеральных солей из почвы.

При размножении микотрофных пород (сосна, ель, секвойя, можжевельник, туя и др.) для лучшей адаптации пробирочных растений к почвенным условиям на третьем и четвертом этапах микроразмножения целесообразно использовать микоризообразующие грибы. Они способствуют снабжению растений минеральными и питательными органическими веществами, водой, а также защите их от патогенов.

Дальнейшее выращивание акклиматизированных растений соответствует принятой для данного вида агротехнике.

5.3. Методы микроразмножения

Рассмотренный выше метод клонального микроразмножения является наиболее распространенным. Он базируется на снятии апикального доминирования.

Второй метод основан на способности изолированных частей растения при благоприятных условиях питательной среды восстанавливать недостающие органы и таким образом регенерировать целые растения. Индукция возникновения адвентивных почек почти из любых органов и тканей растения происходит на питательных средах, содержащих цитокинины в соотношении с ауксинами 10:1 или 100:1. В качестве ауксина используют ИУК или НУК. Таким образом, из зрелых и незрелых зародышей семени были размножены многие древесные растения.

Третий метод, практикуемый при клональном микроразмножении, основывается на дифференциации из соматических клеток зародышеподобных структур, которые по своему виду напоминают зиготические зародыши. Этот метод получил название соматического эмбриогенеза. Соматические зародыши развиваются асексуально вне зародышевого мешка и по внешнему виду напоминают биполярные структуры, у которых одновременно наблюдается развитие апикальных меристем стебля и корня. Эмбриониды размножаются самопроизвольно. В течение месяца их число возрастает втрое, а за год из 10 эмбрионидов можно получить потомство численностью около 500 тыс. штук.

При формировании эмбрионидов происходит дифференциация клеток под влиянием ауксинов, добавленных в питательную среду (2,4-Д), и превращение их в эмбриональные. Постепенно концентрацию ауксинов уменьшают или исключают из состава питательной среды. Регенерант на основе соматического зародыша полностью сформирован, тогда как побеги, полученные в результате органогенеза, надо укоренять, а это дополнительная работа и время.

Кроме того, соматический эмбриогенез позволяет получить искусственные семена (рис. 11).

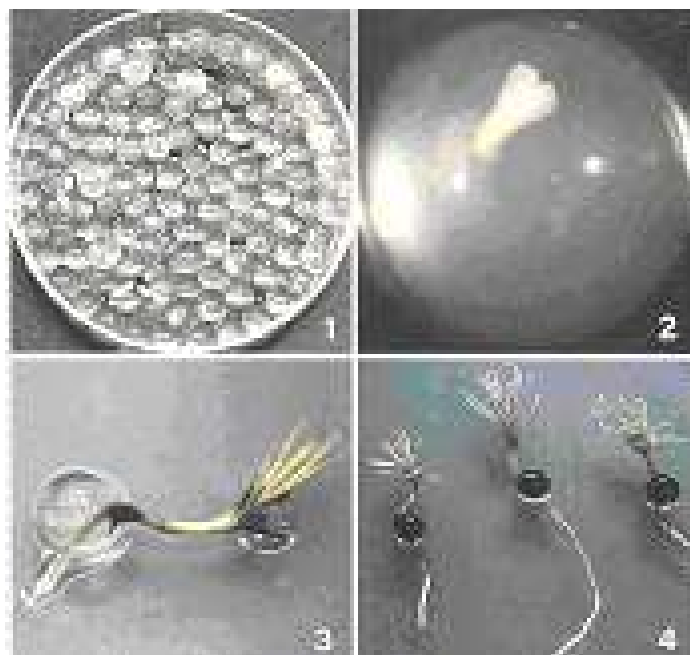


Рис. 11*. Искусственные семена, полученные методом соматического эмбриогенеза.

Основные этапы:

- 1 – получение растительного материала (соматических эмбрионов);
- 2 – инкапсуляция; 3 – проращивание; 4 – проростки, полученные из искусственных семян

Для этого сформировавшиеся соматические зародыши заключают в альгинатную оболочку, добавляют стимуляторы роста и антибиотики, после чего осуществляют дражирование. Данный способ апробирован на дубе красном и ели колючей. Регенерация побегов из каллусов зародышей сосны банкса, обыкновенной и веймутовой, ели обыкновенной получена лишь на 3...4 месяце с начала культивирования каллусов. Причём число каллусов, способных к органогенезу, составляло всего 10 ... 15 %.

Генетическое разнообразие и стабильность каллусных клеток позволяют использовать их для работ по клеточной селекции растений на устойчивость к неблагоприятным факторам окружающей среды (засоление, присутствие тяжёлых металлов, засуха, экстремальные температуры, болезни и др.).

5.4. Оздоровление посадочного материала от вирусов

Основное преимущество клонального микроразмножения - это получение генетически однородного безвирусного посадочного материала. Известно, что успех клонального микроразмножения зависит от меристематического экспланта. Чем больше листовых зачатков и тканей, тем легче идут процессы морфогенеза, заканчивающиеся образованием

целого растения. Вместе с тем, при таком развитии конуса нарастания увеличивается риск быстрой транспортировки вируса по проводящей системе. Вирусы может содержать даже небольшой меристематический эксплант. Снизить риск попадания вирусов в здоровые ткани можно путем применения предварительной термо- или химиотерапии исходных растений. Метод термотерапии предусматривает использование горячего сухого воздуха. Растения, подвергающиеся термотерапии, помещают в термокамеры, где температура в течение первой недели повышается с 25 до 37° путем ежедневного увеличения температуры на 2°С. Все остальные режимы: освещенность, высокая относительная влажность воздуха, определенный фотопериод, обязательно поддерживаются в оптимальном состоянии. Продолжительность термостатирования зависит от состава вирусов и их термостойкости.

Другой способ оздоровления маточных растений - химиотерапия. В питательную среду, на которой культивируют апикальные меристемы, добавляют препарат вирозол в концентрации 20...50 мг/л. Это противовирусный препарат широкого спектра действия. Применение его позволяет увеличить число безвирусных растений с 40 до 80...100 %.

Криосохранение в жидком азоте при температуре -196° С, позволяет создать банк уникальных семян, зародышей, пыльцы, гибридных клеток, меристем и каллусных тканей, что очень важно для сохранения биоразнообразия генотипов и дает возможность обеспечить селекционеров нужным генотипом в любое время.

Методы клеточной и генной инженерии открывают реальные пути уже сейчас получать в массовом количестве элитный, здоровый посадочный материал с заранее заданными свойствами, а также с высокой эффективностью создавать и размножать ценные гибриды.

В Канаде ежегодно на лесокультурную площадь высаживают более 60 млн. саженцев ели чёрной, выращенных из изолированных зародышей в стерильной культуре.

Рекомендуемая литература

1. Калашникова Е.А., Родин А.Р. Получение посадочного материала древесных, цветочных и травянистых растений с использованием методов биотехнологии. Учебное пособие. Изд. 3-е испр. и доп. М.: МГУЛ, 2001 – 84 с.

2. Практикум по устойчивости растений: Учеб. пособие / В.В. Полевой, Т.В. Чиркова, Л.А. Лутова и др.; Под ред. В.В. Полевого, Т.В. Чирковой. - СПб.: Изд-во С. Петерб. ун-та, 2001. - 212 с.

3. <http://www.biotechnolog.ru>

Контрольные вопросы

1. Что такое клональное микроразмножение?
2. Назовите преимущества культуры *in vitro* как метода вегетативного размножения.

3. Перечислите этапы клонального размножения
4. Охарактеризуйте роль цитокининов и ауксинов в культуре *in vitro*.
5. Как осуществляется акклиматизация пробирочных растений?

Глава 6. ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КОНТЕЙНЕРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Выращивание посадочного материала в контейнерах разного объема получило самое широкое распространение в мире и продолжает очень быстро развиваться и совершенствоваться. Связано это с тем, что оно обеспечивает не только требуемое количество семян и саженцев, но и экономичное, высокодоходное производство. Теплично-питомнические комплексы могут выпускать продукцию практически круглый год, сочетая выращивание лесного и декоративного посадочного материала, рассады сельскохозяйственных и цветочных культур, а также овощей на зелень (лук, петрушка и т.п.). Высокая мобильность производства обеспечивает его внедрение в регионы с самыми разнообразными (от холодных до жарких) климатическими условиями.

Посадочный материал с закрытыми корнями (ПМЗК) имеет следующие преимущества:

- быстрая адаптация в открытом грунте – требуемая степень выживания и темпов роста;
- растянутый, длительный срок посадки при разных погодных условиях;
- более высокая устойчивость на бедных, сухих, загрязненных пестицидами почвах;
- возможность машинной и, что особенно важно, автоматической посадки;
- ПМЗК хорошо переносит длительную транспортировку и хранение.

Эффективное применение ПМЗК предполагает использование соответствующей материально-технической базы на всех этапах выращивания лесных культур (рис. 12).



Рис. 12. Оборудование для наполнения контейнеров торфяной смесью:
 а – линия для заполнения кассет торфом – Плантек (с транспортером);
 б – линия для заполнения кассет торфом «ФЛ-Плантек»
 (без транспортера)

В этих условиях оно существенно повышает культуру производства, проявляются все преимущества посадочного материала с закрытыми корнями, нивелируются его недостатки. Отсутствие эффективно работающих машин и механизмов даже на одном из этапов производства – реализации посадочного материала – неизбежно дискредитирует саму идею его применения, вследствие необходимости перемещения контейнеров с сеянцами или саженцами, которые по массе значительно превосходят традиционно используемый посадочный материал с обнаженной корневой системой. Поэтому к недостаткам технологии контейнерного выращивания следует отнести высокий уровень затрат на

начальном этапе при организации теплично-питомнического комплекса и необходимость наличия хорошей транспортной сети для доставки ПМЗК на лесокультурные площади. Например, объем инвестиций Мирового банка в реализацию проекта шведского питомнического комплекса для республики Беларусь составил 1,2 млн. дол. США (Гладзки и др., 2004).

6.1 Выбор оптимального вида контейнера

Одним из решающих аспектов проблемы выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой является выбор достаточно экономичных и технологичных контейнеров.

По мнению специалистов (Hahn, 1982), не следует ориентироваться на имеющиеся на данный момент в хозяйстве оборудование и технику. Не может служить серьезным аргументом и опыт использования определенных видов контейнеров в других хозяйствах. Такой путь выбора конструкции контейнера неизбежно приведет к неудаче. Контейнер должен обеспечивать:

- соответствие **биологическим потребностям** вида выращиваемых растений, в том числе возможность достижения ими необходимых параметров;
 - **безвредность для растений материала**, из которого он изготовлен, в течение всего процесса выращивания;
 - **оптимальное развитие растений** по высоте, диаметру стволика, корневой системы и кроны растений, одревеснение стволика и созревание почки;
 - **защиту корней от экстремальных условий среды**;
 - **возможность механизации работ на всех этапах**;
 - **многократное использование**;
 - **минимальную себестоимость и материалоемкость**
- (рис. 13).



Рис. 13. Контейнеры для выращивания посадочного материала с закрытыми корнями

Многочисленные виды контейнеров применяемых при выращивании семян делятся на три основных типа: «трубка», «ком», «блок».

Контейнеры типа «трубка» имеют внешнюю оболочку, которую наполняют субстратом. Сеянцы оставляют в контейнере до их высадки на лесокультурную площадь. К контейнерам этого типа относят «Ontario» (трубка из полиэтиленовой пленки с открытыми концами), «Walter» (пластиковые капсулы), «Paperpot» (бумажные блоки с различными сроками разложения), «Ecopot» (блоки из ламинированной бумаги), «Combicell» (блоки из бумаги и пластика) и т.п. Основной недостаток контейнеров этого типа – медленное проникновение корней в почву, поскольку непосредственный контакт с почвой осуществляется, прежде всего, через дно контейнера. Оболочки трубок «Ecopot» и «Combicell» необходимо удалять непосредственно перед посадкой.

Во всем мире ведутся разработки материалов для изготовления «трубки» с заданным сроком службы. Установлено, что поликапролактоновая оболочка через три месяца после высадки растений в открытый грунт разлагается в достаточной степени и становится проницаемой для корней. Фоторазрушающиеся полиэтиленовые пленки, выпускаемые научно–производственным объединением «Пластполимер», разлагаются через заданные сроки (Жигунов, 1995). Несмотря на уникальные качества этих материалов, широкому внедрению в производство мешает их относительно высокая стоимость.

Контейнеры типа «ком» представляют собой формованные блоки, заполненные субстратом, с углублениями для посева семян (рис. 14). Перед посадкой сеянцы следует вынуть из контейнера.



Рис. 14. Кассета «Starpot», которая заполняется субстратом

«Ком» субстрата обеспечивает идеальные биологические условия для сеянцев, поскольку не происходит сдавливания корней, и растения быстро укореняются в почве. Однако сеянцы должны расти в контейнере достаточно долго, чтобы корни связали субстрат и смогли перенести извлечение. Продолжительность пребывания сеянца в контейнере зависит от размера углубления и древесной породы. Каждый вид контейнеров типа «ком» имеет свои особенности. «Styroblock», «Cellpot», TA, TAL, KF Metsa–Serla, Тоотси изготовлены из вспенивающегося полистирола; «Нико», «Enso», «Starpot», «Spenser–Lamaire», «Planta–80», «Coma» – из специальных пластиков или полиэтилена. Материал и конструкция контейнера влияют на сохранность в нем сеянцев во время зимнего содержания на открытом воздухе. Однако самые большие различия в поведении сеянцев связаны с густотой стояния при выращивании в теплице, а не с самими контейнерами.

Контейнеры типа «блок» являются одновременно и контейнером, и субстратом для выращивания сеянцев. Их конструкция сочетает преимущества двух предыдущих типов. Например, в США контейнеры типа «блок» «Kys-Tree-Stars» изготавливают из смеси сфагнового торфа, вермикулита, целлюлозных волокон и питательных веществ.

Более совершенна финская система «Ларо», в которой сеянцы выращивают на торфяной пластине без перегородок, мешающих развитию корневой системы. И корни, и торфяную пластину 1...2 раза за вегетационный сезон подрезают специальным инструментом. В результате корневая система растений остается внутри корневого куба, одновременно способствуя сохранению им своей формы.

Вариантами технологий блочного выращивания сеянцев с закрытыми корнями являются финская «Nisula», латвийская «Брика», а также «Брикет» Санкт-Петербургского НИИ лесного хозяйства.

Кроме того, на практике часто выращивают саженцы в полиэтиленовых цилиндрах без дна с питательным торфяным субстратом.

В последнее время некоторые технологические линии модернизируются под производство более крупного посадочного материала. Для этой цели однолетние сеянцы, выращенные в небольших ячейках, пересаживают в более крупные, используя оборудование посевных линий (системы «Paperpot», «Finnpot», «Ecopot», «Combicell»). Вместо сеялки применяют устройство, образующее отверстие необходимого диаметра в заполненных субстратом ячейках контейнера большего размера. В них вручную расставляют однолетние сеянцы с корнезакрывающим комом. После дорастивания на открытом полигоне получают крупномерные 2...3-летние саженцы, которые высаживают на площадях с сильно развитым травяным покровом (Жигунов, 2000).

6.2. Агротехника выращивания и необходимое оборудование

В целом, агротехника выращивания ПМЗК в условиях теплиц мало отличается от выращивания посадочного материала с открытыми корнями.

Основным фактором, определяющим начало роста сеянцев, является температура. Ускорение появления всходов в теплицах обусловлено более ранним наступлением минимально необходимой для прорастания семян температуры, что на 30...40 дней увеличивает продолжительность роста по сравнению с открытым грунтом. На Северо-Западе России хорошо показали себя теплицы фирмы Lännen (Финляндия). Теплицы устанавливаются на железобетонный фундамент (рис. 15).



А)



Б)

Рис. 15. А – теплица деревянная (общий вид); Б – теплица металлическая ф. Lännen с оборудованием для поддержания оптимальной температуры воздуха и проветривания

Они имеют конструкцию из деревянных или горячеоцинкованных стальных арок, и покрываются двойной полиэтиленовой пленкой ЭВА, которая характеризуется высокой прочностью и многолетним сроком службы. Толщина наружного слоя пленки $\sim 0,20$ мм, внутреннего $\sim 0,10$ мм. Расстояние между арками 3 м. Для изготовления деревянных арок используется склеенное и пропитанное под давлением антисептиком дерево. Воздушное пространство между слоями пленки служит хорошей теплоизоляцией. В обоих торцах теплицы устанавливаются двухстворчатые двери (для проезда техники) размером 3×4 или 3×3 м, в которых есть также входные двери размером $0,9 \times 2$ м.

На гребне по всей длине теплицы размещаются форточки для проветривания. Теплица может иметь и боковые форточки. Управление проветриванием осуществляется автоматически. В обоих торцах теплицы могут быть установлены генераторы горячего воздуха, работающие на солярке, и устройство для смешивания воздуха. Равномерность прогрева регулируется автоматически регулятором температуры и термостатом. Смесителем воздуха осуществляется его циркуляция внутри теплицы и частичное или полное поступление свежего воздуха снаружи. Летом пленка может быть поднята в гребень теплицы. Для продажи в настоящее время предлагаются следующие теплицы в двух вариантах габаритных размеров:

Высота, м

Ширина, м

Длина, м

5,2	12	60
7,5	16	100

Внутри теплица оборудуется специальным оросительным устройством, оснащенным насадками, через которые осуществляется распыление воды для полива и подкормок. В маленьких теплицах, благодаря небольшой ширине колеи, может быть использована аккумуляторная поливочная рампа. Рампа передвигается по рельсам, проложенным по полу теплицы – от одного ее конца до другого. Электропульт находится на тележке рампы. Подача воды осуществляется от середины площадки полива (рис. 16).



Рис. 16. Аккумуляторная поливочная рампа

Рампа работает при напряжении 12В, безопасна и проста в использовании. При обычной эксплуатации аккумулятор требует зарядки один раз в неделю. К рампе можно подсоединить портативный насос-дозатор, с помощью которого удобрения и ядохимикаты можно подавать с поливочной водой. Технические данные рампы: ширина полива – 10 м (максимально), длина полива – 60 м (максимально), ширина колеи – 0,6 м, скорость передвижения – 8 м/мин, время работы на одной зарядке – 60 ампер-часов.

Технологии ПМЗК, применяемые в странах Северной Европы и Канаде, ориентированы на получение однолетних семян с корнезакрывающим комом минимального объема. Малый объем кома приводит к увеличению густоты стояния растений и улучшению технико-

экономических показателей производства. При слабой конкуренции нежелательной растительности мелкий (высотой 7...20 см, массой 2...6 г) посадочный материал дает хорошие результаты в лесокультурной практике.

Например, кассеты «Плантек-Ф» (Финляндия) выпускаются с объемом ячейки 50...275 см³ и плотностью выращивания, соответственно, 240...820 шт./м² (рис. 17).

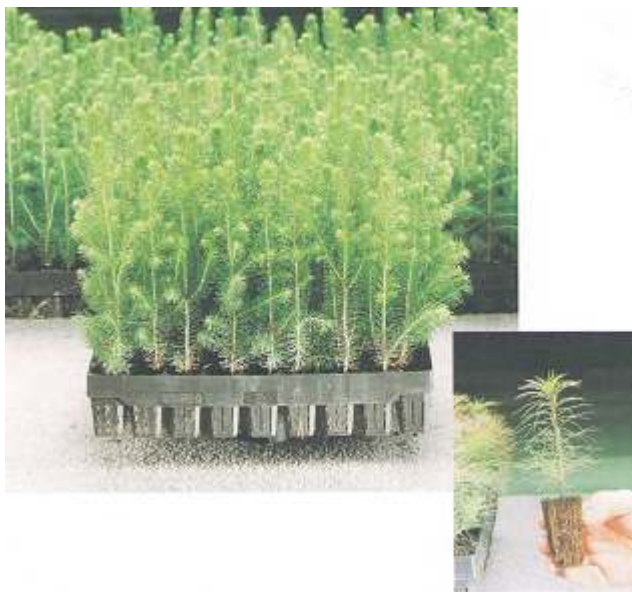


Рис. 17. Кассета «Плантек-Ф» и сеянец из кассеты, готовый к посадке в лесные культуры

Изготовлены кассеты из высококачественной пластмассы и имеют продолжительный срок службы. Заполняют их торфом на специальной линии ФЛ-1+. Производительность линии 8...14 кассет в минуту. Потребляемая мощность – 2,7 кВт. Торф подается на линию вручную с питающей площадки. Рабочий поштучно ставит кассеты на транспортер. Транспортер перемещает кассету на автоматическую линию, где кассета заполняется торфом, который затем уплотняется. Для автоматизированного заполнения, посева, мульчирования и полива кассет к линии необходимо дополнительно приобрести транспортер для подачи торфа, лункоделатель, сеялку, мульчирователь и установку для полива.

Для использования в небольших хозяйствах выпускается более дешевая линия ФЛ-Плантек. Ее производительность – 3 кассеты/мин. Потребляемая мощность – 1,2 кВт.

Шведский контейнер «Starpot» обеспечивает объем субстрата в одной ячейке 50, 75, 90, 105 и 120 см³. На 1 м² размещается 308...730 сеянцев. Число сеянцев в блоке – 28...105 шт. в зависимости от объема ячейки и типа «Starpot». Достоинством контейнеров «Starpot» и «Плантек-

Ф» является большое количество прорезей в стенках контейнера. Они обеспечивают хороший доступ кислорода, что увеличивает массу корней, равномерное их развитие и компактность за счет воздушной обрезки с боков. Вертикальные направляющие исключают закручивание корней внутри контейнера. Блок ячеек является достаточно прочным и легким, что делает удобным его переноску.

К недостаткам контейнеров этого типа следует отнести большое потребление воды, кроме того, с краев теплицы могут «подгорать» боковые стенки контейнера.

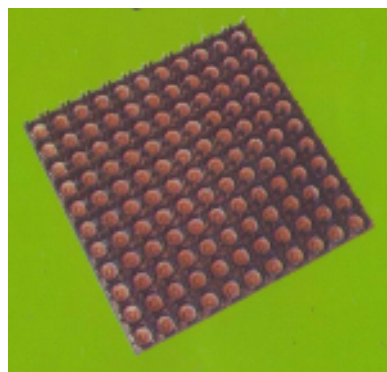
В контейнерах малого объема (например, 50 см³) срок выращивания сеянцев всего 3...4 недели, затем их переваливают в контейнеры бóльшего объема (процесс механизирован). Последующее доращивание посадочного материала происходит на открытой площадке.

Срок выращивания сеянцев сосны – один, ели – полтора года. Цена контейнера «Starpot» – 14 шведских крон, цена одного сеянца – 1,5...2 кроны. В зимнее время контейнеры хранятся в холодильниках при температуре +1° С и высокой влажности, так как в открытом грунте корни сеянцев могут подмерзнуть. Для длительной транспортировке сеянцы упаковывают в картонные коробки. На 1 га высаживают 2,5 тыс. шт., посадка ведется посадочной трубой с производительностью 1,1...1,3 тыс. шт. за смену, что в два раза выше, по сравнению с посадкой сеянцами с открытыми корнями. В результате традиционная посадка с применением лесопосадочных машин применяется только на 5 % лесокультурных площадей. Через 10 лет (при выполнении мер ограничения роста нежелательной растительности) сохраняется 50...60 % ПМЗК. Стоимость 1 га культур с применением контейнеризированной ели и сосны составляет в северной Швеции примерно 15...18 тыс. руб., в южной – 30...45 тыс. руб.

Норвежская система Jiffy-7 является новым решением в области выращивания ПМЗК. Таблетки разного диаметра и высоты изготавливаются из чистого торфяного мха и могут использоваться для широкого ассортимента древесно-кустарниковых пород (рис. 18).



а)



б)

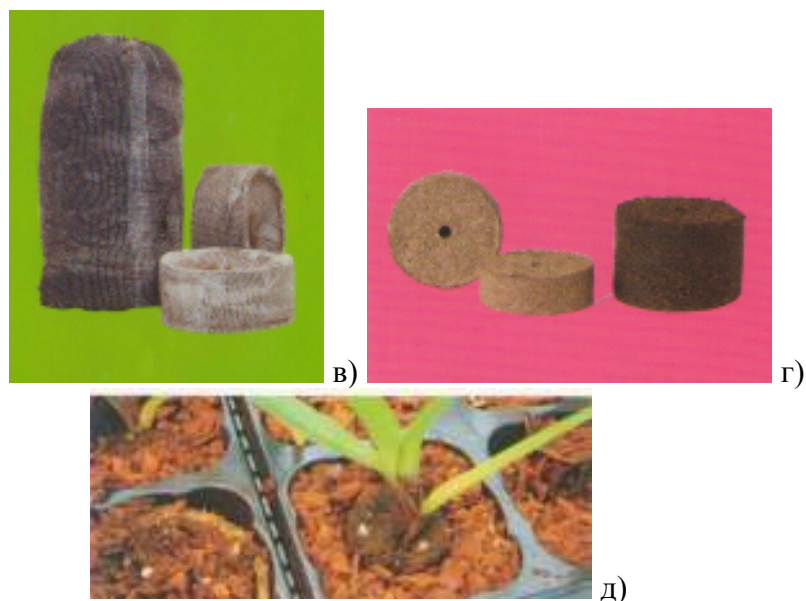


Рис. 18. Различные виды таблеток Jiffy-7:
 а – Jiffy Poly-Roll;
 б – pellets со вставками;
 в, г – отдельные pellets;
 д – использование буферного субстрата
 для оптимальной расстановки растений

Таблетки не содержат удобрений, поэтому в процессе производства необходимы систематические подкормки со всеми необходимыми элементами питания. Для регулировки кислотности (pH) рекомендуется использовать доломитовую муку. Диаметр таблеток – 18...50 мм, высота после набухания – 70...150 мм. Количество таблеток на подносе – 36...300 шт., на картоне – 240...1440 шт. Подносы суммируются на паллете. Сетка из синтетического волокна по мере намокания и разбухания таблеток закрывает весь ком субстрата, но корни выращиваемых растений могут прорасти сквозь нее. Стоимость таблеток Jiffy-7 в зависимости от размера составляет 0,5...1 руб./шт. Ориентировочная стоимость выращенных сеянцев 2...4 руб./шт.

Следует, однако, отметить, что механическое перенесение технологии создания культур сеянцами с севера Европы в южную часть таежной зоны России едва не дискредитировало саму идею использования посадочного материала с закрытой корневой системой, ибо требования к параметрам сеянцев и саженцев для лесовосстановления в южной тайге и зоне смешанных лесов значительно выше. Это обусловлено мощным развитием живого напочвенного покрова (250...500 г сухой травы на 1 м²), а также опережающими темпами роста лиственных пород на вырубках по

сравнению с хвойными в первые 10 лет выращивания культур на богатых и осушенных оторфованных почвах.

Исследования биологического потенциала различных видов посадочного материала показали, что при оптимальном соотношении масс тонких корней и надземной части, скорость роста лесных культур, их устойчивость к неблагоприятным факторам среды определяется исходной массой сеянцев и саженцев. Чем жестче условия роста на лесокультурной площади, тем отчетливее проявляются преимущества крупного посадочного материала ели.

Первоначально предложенные технологии использования саженцев «Брика» (Буш, Варславанс и др., 1974) и «Брикет» (Маслаков, Мелешин, Белостоцкий, 1980) не смогли потеснить стандартные 4-летние саженцы из питомника открытого грунта с массой надземной части в сухом состоянии 8...10 г. Пришлось внести изменения в производство. Прежде всего, увеличили срок выращивания контейнеризированных сеянцев до двух лет, а чтобы обеспечить оптимальное соотношение масс корневой системы и надземной части сеянца, потребовалось увеличить объем корнезакрывающего кома до 400 см³ и более (Бирцева, Извекова, 1988; Жигунов, Гомельский, Маслаков и др., 1990). Необходимость увеличения объема контейнера для получения качественного посадочного материала при закладке культур на богатых почвах признается многими зарубежными исследователями (Dusek, 1981; Sicheres, 1982; Tinus, 1982). При высоком уровне механизации процесса выращивания и большом выпуске продукции производство оказывается рентабельным в случае размещения 100 растений на 1 м² площади (Tomasebic, 1981).

Увеличение объема корнезакрывающего кома ведет к снижению густоты растений, вследствие чего площадь теплиц используется менее выгодно. Для снижения стоимостных характеристик посадочного материала были предложены двухротационные схемы посевов в теплицах летнего типа с доращиванием ПМЗК на специально оборудованном полигоне рядом с теплицами, но в условиях открытого грунта (Жигунов, Козлова, 1988).

При выращивании сеянцев в летней теплице необходимости в воздействии коротким днем нет. Поздние сроки снятия пленочного покрытия, которые обеспечивают механическую защиту растений от ранних заморозков, создают благоприятный температурный режим и тем самым ускоряют формирование верхушечных почек, развитие защитных морфоанатомических структур и вызревание древесины (Белостоцкая, 1977). При многоротационной технологии сеянцы первой ротации выносят на открытую площадку во второй половине июня. Чтобы вызвать более раннее окончание роста и формирование верхушечных почек у ели,

необходимо фотопериодическое воздействие коротким днем (опускание штор из черной пленки). У сосны оно вызовет растяжение побега над почкой, рост настоящей хвои и формирование двухлетнего по габитусу растения. При соблюдении агротехники выращивания тепличный посадочный материал имеет высокий уровень устойчивости в зимнее время.

Агротехника выращивания сеянцев хвойных пород в торфяном субстрате подробно изложена в практических рекомендациях (Производство контейнеризированных сеянцев, 1990).

Рекомендуемая литература

1. Жигунов А.В.. Теория и практика выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой. СПб.: СПбНИИЛХ, 2000. – 293 с.
2. Посадочный материал для создания плантационных культур // Сб. науч. тр. Л.: ЛенНИИЛХ, 1986. – 179 с.

Контрольные вопросы

1. Назовите преимущества и недостатки посадочного материала с закрытой корневой системой
2. Какие виды контейнеров используются в современном лесном хозяйстве?
3. Какие операции входят в технологию тепличного выращивания контейнеров?
4. Зачем применяется регулирование фотопериода с помощью черной пленки?
5. Назовите параметры и основные составляющие конструкции теплиц для выращивания ПМЗК.

Глава 7. ЦЕЛЕВОЙ ПОСАДОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

Выбор оптимального вида посадочного материала определяется условиями лесокультурной площади, на которую он будет высажен (влажностью почвы на вырубке, интенсивностью ее зарастания нежелательной растительностью и др.), биологическими особенностями культивируемой породы, сроками и целями лесовыращивания.

7.1. Характеристика основных видов посадочного материала

Сеянцы – это 1...4-летние растения, выращенные из семян в посевном отделении питомника или закрытом грунте. Выращивание сеянцев в теплицах с полиэтиленовым покрытием позволяет сократить расходы на дорогостоящие семена (в благоприятных условиях закрытого грунта всхожесть семян выше) и ускоряет получение стандартного посадочного материала на 1...1,5 года.

Что касается размеров, то мелкие сеянцы имеют преимущества перед крупными в условиях недостаточного увлажнения, поскольку расход воды на транспирацию у них будет минимальным, что облегчает прохождение периода приживания. Крупные сеянцы обладают более высокой конкурентоспособностью по отношению к нежелательной растительности, однако более требовательны к условиям приживания.

Сеянцы могут быть с открытой или закрытой в торфяной субстрат корневой системой. Сеянцы с закрытой корневой системой период послепосадочной депрессии роста проходят быстрее, так как их корневая система меньше травмируется при перевозке, и они имеют запас влаги в субстрате, закрывающем корни.

ПМЗК незаменим в сложных лесорастительных условиях; при рекультивации земель, нарушенных горнотехническими работами (хвостохранилища, отвалы грунта после добычи полезных ископаемых, песчаные и глиняные карьеры, выработанные торфяники и т.п.), а также на землях с радиоактивным загрязнением, где использование ПМЗК позволяет автоматизировать процесс посадки культур.

В лесной зоне однолетние сеянцы *сосны* из теплиц используются при посадке культур на сухих почвах, а также при закладке школ для выращивания саженцев (1т+2). Сеянцы сосны в двухлетнем возрасте (средняя высота 9 см, масса 1,4 г) имеют оптимальное соотношение массы тонких корней и надземной части (в среднем 1:9), что обеспечивает хорошую приживаемость культур в различных лесорастительных условиях. Это основной вид посадочного материала для искусственного возобновления сосны (рис. 19).



Рис. 19. Стандартный 2-летний сеянец сосны обыкновенной

При работе с ним особое внимание следует обратить на сохранение влажного состояния корней. Подсохшие корни теряют способность к регенерации, а придаточных корней сосна не образует. У 3-летних сеянцев сосны ухудшается соотношение между надземной частью и корнями, что может снизить показатели приживаемости культур в засушливое лето. Двухлетние сеянцы ПМЗК (рис. 20) стоят дороже, но они быстрее растут и с меньшими потерями проходят послепосадочный период, что позволяет удлинить оптимальный срок закладки лесных культур.



Рис. 20. Двухлетний сеянец сосны в контейнере объемом 0,4 л

Двухлетние сеянцы *ели* из открытого грунта и теплиц (средняя высота 14 см, масса 0,7 г) можно использовать для посадки культур на супесчаных, хорошо дренированных почвах, но лучше посадить ими школу в лесном питомнике (рис. 21). Дело в том, что в первые годы ель растет медленно, и желательно этот период пройти в питомнике на высоком агрофоне с подкормками и уходом. В культурах мелкие сеянцы ели забиваются травой и требуют многократных уходов.



Рис. 21. Двухлетний сеянец ели, выращенный в теплице в контейнере объемом 0,2 л

Трехлетние сеянцы ели из открытого грунта (средняя высота 24 см, масса 3,9 г) широко используются для закладки культур с предварительной обработкой почвы (рис. 22). Они имеют оптимальное (1:3) соотношение массы корней к надземной части, что обеспечивает, как правило, хорошую приживаемость культур. Посадочная депрессия длится 1...2 года, в период «большого» роста ель вступает на 5...6-й год после посадки. Сеянцы удобны при перевозке на далекие расстояния в различных видах упаковки. Однако для обеспечения удовлетворительной (60...75 %) сохранности культур, посадке сеянцев должна предшествовать механизированная обработка почвы, так как на плотной, задерневшей почве имеет место большой отпад, а в процессе выращивания культур требуется проведение 3...5 агротехнических уходов.



Рис. 22. Трехлетний сеянец ели, выращенный в открытом грунте

Четырехлетние сеянцы ели надо выращивать с точным высевом уменьшенной (до 20...25 кг/га) нормы семян, 1...2-кратной подрезкой корней и систематическими подкормками на фоне достаточной высокой (4...6 %) обеспеченности почвы посевного отделения гумусом и подвижными формами основных элементов питания. При нарушении этих технологических условий сеянцы будут иметь слабое, недостаточное развитие тонких всасывающих корней, нарушенное соотношение между высотой и диаметром корневой шейки, между массой надземной части и массой тонких корней, что отрицательно влияет на приживаемость, сохранность, темпы роста культур ели в первое десятилетие.

В производственных условиях иногда используются сеянцы-дички, которые выкапывают вблизи мест посадки с глыбкой. Главным недостатком дичков является асимметричная, слабо мочковатая корневая система.

Саженцы выращивают путем пересадки на 2...3 года в школьное отделение питомника сеянцев или укорененных черенков. Чаще всего школу закладывают посадкой весной 2...3-летних сеянцев из открытого грунта, получая через два года саженцы 2+2, 2+3. При посадке в школу однолетних сеянцев из теплиц с корневой системой, закрытой в субстрат объемом 0,1...0,2 л, срок посадки можно перенести на лето, а период выращивания в школе сократить на 0,5...1 год.

Четырехлетние саженцы *ели* (2+2) имеют среднюю высоту 30...32 см, диаметр 7...8 мм и оптимальное (1:3) соотношение масс надземной части и корней (рис. 23).



Рис. 23. Стандартный саженец ели 2+2

Параметры саженцев отдельных партий могут существенно различаться между собой в зависимости от уровня агротехники, возраста и размера сеянцев, используемых для посадки в школу. При недостаточно высоком агрофоне за два года в школе не удастся получить нормативное количество стандартных саженцев ели, поэтому их задерживают там еще на один год.

В 5-летнем возрасте действующему стандарту ОСТ 56-98-93 «Сеянцы и саженцы основных древесных и кустарниковых пород» (Технические условия) соответствуют уже почти 100 % саженцев ели, но в связи с продлением срока выращивания на одном месте без пересадки соотношение масс тонких корней и надземной части может ухудшиться. Это на 0,5...1 год удлинит период послепосадочной депрессии роста. При задержке с выкопкой рекомендуется подрезка корней саженцев ели в середине августа с четвертого года выращивания.

Саженцы *сосны* с открытыми корнями обычно получают за 3...4 года: 1т+2, 2т+1, 2+2 (выращивание в теплице + доращивание в открытом грунте). Этот вид посадочного материала требует большого внимания в предпосадочный период (упаковка, транспортировка, хранение), но значительно устойчивее сеянцев в борьбе с сорной растительностью. Для сосны особенно актуальна технология закрытия корней в торфяной субстрат: как при посадке сеянцев ПМЗК из малообъемных контейнеров в школу, так и при закладке культур 2-летними сеянцами, выращенными в контейнере объемом 0,4 л (средняя высота 36 см, масса 8,3 г). При

увеличении объема контейнера до 0,8...1 л масса сеянцев возрастает в два раза, что соответственно улучшает рост культур (рис. 24).

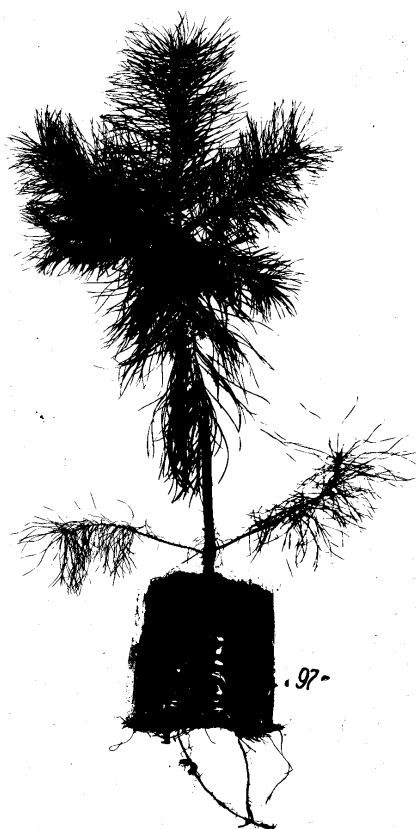


Рис. 24. Трехлетний саженец сосны в контейнере объемом 1,5 л, выращенный за два года в теплице в контейнере объемом 0,4 л с последующей пересадкой в 1,5-литровый контейнер и с содержанием на открытой площадке в течение года

Саженьцы типа «Брикет» (1т+1т) имеют массу в два раза меньшую по сравнению с сеянцами в контейнере при том же сроке выращивания и объеме субстрата, что объясняется депрессией роста после брикетирования.

Перевалка 2-летних сеянцев ПМЗК в контейнеры бóльшего объема (1...1,5 л) позволяет значительно увеличить массу посадочного материала. Чтобы сделать этот прием экономически рентабельным, рекомендуется тепличные сеянцы выращивать в теплицах в контейнерах объемом 0,2...0,4 л, а затем доращивать их в контейнерах бóльшего объема на специальном полигоне в открытом грунте, где площадь не лимитирована, а условия водоснабжения и питания близки к оптимальным. Такая технология позволяет получить крупные саженцы, адаптированные к условиям открытого грунта, и при этом существенно сократить затраты,

поскольку при выращивании в теплицах 70 % расходов приходится на их содержание.

Если рассмотреть структуру затрат на выращивание 1 га лесных культур с учетом густоты посадки и кратности агротехнических уходов, то окажется, что стоимость закладки культур ели и сосны стандартными саженцами близка к таковой при закладке сеянцами, ввиду сокращения густоты культур и кратности уходов.

Для получения укрупненных саженцев (гейстеров) 4-летние саженцы ели пересаживают еще на два года во вторую школу. Гейстеры (2+2+2) имеют компактную, сильно мочковатую корневую систему, диаметр стволика у корневой шейки 8 мм и более, а высоту 60...80 см. Их высаживают под лопату и получают приживаемость 95...100 %. При выращивании без второго перешколивания (2+4), даже после проведения подрезки корневой системы, саженцы ели выше, но имеют недостаточное количество тонких всасывающих корней, что усиливает послепосадочный шок и замедляет рост культур в первые годы на лесокультурной площади (рис. 25).



Рис. 25. Укрупненные 6-летние саженцы ели: слева – с подрезкой корней (2+4), справа – с двумя пересадками (2+2+2)

При использовании гейстеров – затраты на посадочный материал возрастают в 2...2,5 раза, но ввиду отсутствия необходимости в агротехнических уходах и первом разреживании общая сумма расходов увеличивается всего на 20...30 %, а скорость роста культур будет значительно выше.

Использование укрупненного посадочного материала со специально сформированной корневой системой весьма ощутимо ускоряет рост культур (табл. 2), что очень важно при интенсивном лесовыращивании и

Таблица 2

Сравнение роста культур сосны и ели на пластах плуга ПКЛН-500А в кислично-черничных лесорастительных условиях

Возраст посадочного материала, лет	Характеристика саженцев			Культуры в 5 лет		Культуры в 10 лет			
	Н, см	Масса надземной части, г	Масса корней, г	D ₀ , мм	Н, см	Сохранность, %	D _{1,3} , мм	Н, см	D ² H, см ³
<i>Ель европейская</i>									
2+2	33,9±0,57	11,3±0,30	4,2±0,27	26,3±1,7	134±4,5	96	40,0±1,7	398±17	6368
2+2+2	49,0±1,02	91,6±8,20	30,8±2,89	33,8±1,1	174±6,4	94	53,6±2,2	474±18	13618
<i>Сосна обыкновенная</i>									
2+2	24,0±0,80	10,6±0,70	3,7±0,30	30,3±1,6	147±4,9	76	41,2±2,6	347±16	5890

на лесокультурных площадях с экстремальными условиями (морозобойные ямы, склоны, где невозможно осуществить уходы и т.п.).

Существующее мнение, что посадки, сделанные саженцами по целине без обработки почвы посадочных мест, не нуждаются в уходах – ошибочно и приводит к потере культур на больших площадках. Сильное (свыше 100 г сухой массы на 1 м²) зарастание посадок крупнотравьем, малиной, вьющимися бобовыми, вейниками, луговиком извилистым вызывает большой (до 60 %) отпад посадок и существенное (на 15...40 %) снижение темпов роста культур. В кислично-черничных условиях, как минимум, надо будет сделать по одному уходу на втором или третьем году выращивания. На переувлажненных почвах культуры гибнут вследствие вымокания, так как использование более крупного посадочного материала не может компенсировать нарушений водно-воздушного режима в корнеобитаемом слое почвы.

7.2. Посадочный материал для ускоренного лесовыращивания

Изменчивость признаков в пределах вида является непременным свойством биологических объектов. Она проявляется на различных уровнях – популяционном и индивидуальном. Общая, оцениваемая по внешним признакам, фенотипическая изменчивость (фенотип) обусловлена двумя основными компонентами: влиянием на биогруппу или особь условий внешней среды и их генетическими свойствами (генотипом). Отбор особей быстрого роста (деревьев-лидеров в насаждении) эффективен тогда, когда лучший фенотип в значительной степени обусловлен генотипом, а не только условиями среды (рис. 26).

По данным Е.Л. Маслакова (1984), лучшие быстрорастущие деревья составляют по численности 2/5...1/3 популяции. По массе они растут быстрее средних в 1,5...1,8 раза и производят в течение жизни древостоя 2/3...3/4 его общей биологической и древесной массы. Они, как правило, являются и самыми устойчивыми в борьбе за существование. В 10-летних культурах сосны шанс отстающих деревьев переместиться в число лидеров всего 2 %. У деревьев средней ранговой группы таких шансов больше – около 18 %. С увеличением возраста возможность потери деревьями-лидерами своего ведущего положения быстро уменьшается (табл. 3, 4).

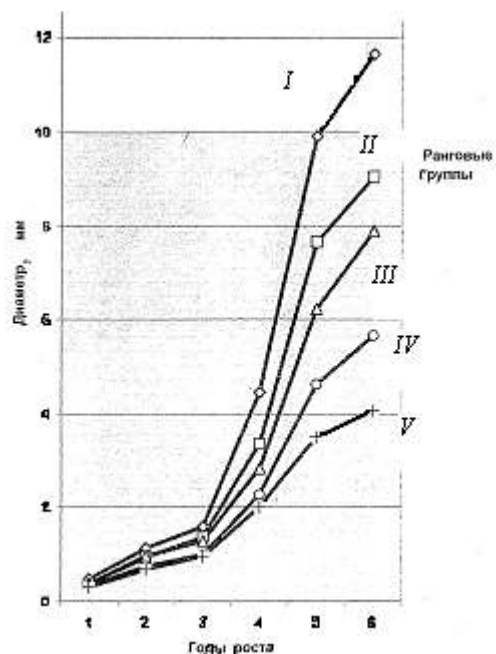


Рис. 26. Рост саженцев ели разных ранговых групп по диаметру

Таблица 3

Влияние массы и интенсивности отбора саженцев ели на параметры лесных культур 13-летнего возраста в кислично-черничных лесорастительных условиях

Вариант опыта	Возраст саженца, лет	H, см	D _{1,3} , см	D ² H, дм ³
Средняя масса саженца, г:				
5	2+2	427	4,9±0,17	10,2
10	2+2	475	5,7±0,20	15,4
30	2+2	537	6,5±0,24	22,7
в т. ч. с августовским приростом	2+2	575	7,0±0,29	28,2
60	2+2+2	600	7,1±0,20	30,2
в т. ч. с августовским приростом	2+2+2	659	7,8±0,24	40,1
Интенсивность отбора по массе, %:				
100	2+2	481	5,6±0,19	15,1
50	2+2	537	6,0±0,18	19,3
25	2+2	572	6,7±0,20	25,7
10	2+2	611	7,1±0,16	30,8
1	2+2	620	7,4±0,19	34

В одной и той же партии посадочного материала особи наиболее крупных ранговых групп превосходят особи из нижних ранговых групп по линейным размерам в два, а по массе - в три раза.

Таблица 4

Показатели сохранности, роста культур ели и сосны в зависимости от диаметра корневой шейки контейнеризированных семян (объем корнезакрывающего кома 0,4 литра) в черничных лесорастительных условиях при посадке по сплошной вспашке (Жигунов, 2000)

Диаметр корневой шейки сеянцев, мм	6-летние культуры				10-летние культуры		
	Сохранность, %	D, мм	H, см	D ² H, %	D, мм	H, см	D ² H, %
<i>Двухлетние сеянцы ели</i>							
2,1...2,5	80	17±0,5	106±3,4	100	40±1,7	278±10,3	100
2,6...3,0	89	18±0,7	108±3,7	114	43±1,7	299±11,0	124
3,1...3,5	88	20±0,6	116±3,8	152	51±1,5	333±9,7	195
3,6...4,0	90	21±0,5	125±3,0	180	52±1,4	342±9,0	208
4,1...4,5	90	23±0,7	131±4,3	226	61±2,6	387±16,4	324
4,6...5,0	89	23±0,7	133±4,0	230	54±2,2	380±14,4	249
5,1...5,5	91	28±0,8	154±4,1	394	59±1,7	370±11,4	290
5,6...6,0	100	29±0,1	166±6,3	456	65±1,9	396±13,2	376
6,1...6,5	100	32±0,9	181±4,7	605	69±1,9	464±7,6	497
6,6...7,0	100	34±0,8	199±7,3	752	82±2,5	464±7,6	701
<i>Двухлетние сеянцы сосны</i>							
2,1...3,0	29	28±1,8	121±3,2	100	61±5,2	330±8,2	100
3,1...4,0	58	33±1,1	143±3,2	459	60±2,8	370±3,6	109
4,1...5,0	71	35±1,0	154±3,2	556	57±2,5	360±3,2	95
5,1...6,0	86	42±0,9	178±2,8	926	71±2,1	450±2,8	185
6,1...7,0	93	47±0,9	192±3,2	1251	81±1,8	440±3,2	235
7,1...8,0	100	53±1,1	214±3,8	1773	91±1,8	470±3,8	317

Отбор 50 % лучших особей обеспечивает получение средней массы надземной части саженцев на 25...30 %, 25 % лучших – на 60...65 %, 10 % лучших – на 100...150 % больше в сравнении с контролем. Влияние массового положительного отбора саженцев на рост культур показано в табл. 2-4. Различия в росте посадок по вариантам отбора остаются существенными до 10...15 лет, пока насаждения не сомкнутся (табл. 4).

Сомкнувшиеся культуры необходимо разредить до оптимальной густоты. Чем хуже лесорастительные условия на культивируемой площади, тем выше эффективность отбора.

Использование эффекта массового положительного отбора деревьев будущего среди саженцев позволяет снизить исходную густоту лесных культур за счет исключения мало перспективных особей, а также уменьшить затраты на агротехнические уходы и первое, невыгодное по коммерческим соображениям, разреживание.

Обобщение данных ряда исследователей (Попов, Тучин, Сурсо, 1986; Методы отбора и ранней диагностики наследственных свойств плюсовых деревьев сосны и ели, 1973) позволяет сформулировать комплекс признаков для диагностики особей быстрого роста на ранних этапа онтогенеза.

Ель европейская – увеличенные на 20 % и более, в сравнении со средними для партии саженцев, общая масса и диаметр корневой шейки; большой годичный прирост; крупная хвоя; интенсивное образование ветвей второго и третьего порядков; при опасности раннелетних заморозков – позднее начало и окончание роста. Во время сбора семян предпочтительны ели с гребенчатым типом ветвления.

Ошибки (обычно 20...30 %), возможные при отборе посадочного материала по комплексу указанных признаков в предпосадочный период, можно исправить во время первого разреживания культур, оставляя хорошо растущие особи ели с четко выраженной мутовчатостью.

Сосна обыкновенная – увеличенные общая масса и диаметр корневой шейки сеянца; почки крупные, числом более пяти, длиной более 1,5 см, длина хвои свыше 6 см; особи с тремя хвоинками.

Поэтапное (25 % лучших сеянцев для посадки в школу, 50 % лучших саженцев для закладки культур) выделение наиболее крупных по массе особей с учетом комплекса признаков быстрого роста позволяет в экономически рентабельных рамках увеличить представленность деревьев с генетически обусловленной высокой потенцией роста и сократить время послепосадочной депрессии.

Выращивание целевого посадочного материала для лесосырьевых плантаций организуется на питомниках с высоким агрофоном.

Рекомендуемая литература

1. Жигунов А.В. Теория и практика выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой. СПб.: СПбНИИЛХ, 2000. – 293 с.
2. Посадочный материал для создания плантационных культур. Сб. науч. тр. / Редкол.: Маслаков Е.Л. и др. Л.: ЛенНИИЛХ, 1986. – 179 с.

3. Смирнов Н.А. Выращивание посадочного материала для лесовосстановления. М.: Лесная пром-сть, 1981. – 169 с.

Контрольные вопросы

1. Назовите требования к посадочному материалу для ускоренного лесовыращивания хвойных пород.
2. Назовите признаки ранней диагностики деревьев будущего для посадочного материала сосны обыкновенной.
3. Назовите признаки ранней диагностики лучших деревьев для посадочного материала ели европейской.
4. Какие требования предъявляются к технологии выращивания 4-летних сеянцев ели?
5. В чем преимущество укрупненного посадочного материала ели?

Глава 8. СИСТЕМА МАШИН ДЛЯ ПИТОМНИКОВ

Федеральная целевая программа «Экология и природные ресурсы России (2002–2010 годы)», утвержденная Правительством РФ 7.12.2001 за № 860, предусматривает осуществить лесовосстановление на площади 6,9 млн. га и лесоразведение – на площади 23 тыс. га.

Для выполнения этой программы, ежегодно требуется более 2,5 млрд. шт. посадочного материала различных лесных пород, в том числе приблизительно 2,0 млрд. шт. для лесовосстановления и 0,5 млрд. шт. для защитного лесоразведения. Это ставит проблему выращивания посадочного материала в разряд приоритетных государственных задач.

В России функционируют 1443 постоянных лесных питомника, общая площадь которых составляет примерно 30 тыс. га. Результаты работы последних лет показывают, что плановый выход стандартных сеянцев сосны не достигнут каждым вторым, ели – каждым третьим питомником.

Решить проблему выращивания стандартного посадочного материала сеянцев можно только с помощью современных интенсивных технологий. Прежде всего, это касается вопросов повышения плодородия почвы в паровых полях, расширения использования селекционно-улучшенных семян и применения новых агротехнических приемов, обеспечивающих экономный расход материалов и повышающих качество сеянцев и саженцев. Для условий северо-запада России перспективные технологии обработки почвы паровых полей и агротехники работ в посевном и школьном отделениях лесных питомников приведены в учебном пособии И.А. Марковой, А.В. Жигунова (2007).

В Систему технологий и машин для выращивания посадочного материала (раздел III СТМ на период до 2010 года) входит указанная в табл. 5 техника. Она выпускается отечественными заводами и позволяет механизировать большинство технологических операций.

Таблица 5

**Система машин и оборудования для выращивания
посадочного материала**

Технологическая операция	Марка машины, оборудование	Тяга	Основные параметры	Производительность
1	2	3	4	5
<i>Обработка почвы и внесение удобрений в паровое поле</i>				
Вспашка почвы	Плуг 3- корпусный ПЛН-3-35	МТЗ-80/82	Глубина обработки до 30 см, ширина 0,9...1 м	0,3...0,8 га/ч
Лущение стерни, отвальная пахота	Плуг-луцильник ПЛН-2-25 навесной	МТЗ-80/82	Глубина обработки до 1...8 см, ширина 1,25 м	0,6...1,0 га/ч
Дискование сидератов и почвы	Борона дисковая навесная БДН-3	МТЗ-80/82	Глубина обработки до 12 см, ширина 3 м	2,1 га/ч
Предпосевная обработка почвы	Фреза почвенная ФПШ-1,3 ФП-1,3	Т-16М, МТЗ-80/82	Глубина обработки до 8 см, ширина 1,3 м	0,21...0,2 га/ч 0,3...0,5 га/ч
Планирование поверхности почвы	Выравниватель почвы ВПН-5,6А	МТЗ-80/82	Ширина захвата 5,6 м	2,3...2,5 га/ч
Выравнивание вспаханной почвы, поделка гряд	Выравниватель-грядкоделатель ВГ-3,6	МТЗ-80/82	Ширина захвата 3,6 м	0,8 га/ч
Предпосевная обработка почвы	Культиватор КПС-4	МТЗ-80/82	Ширина захвата 4 м, глубина рыхления 6...12 см	1,9...3,5 га/ч
Технологическая операция	Марка машины, оборудование	Тяга	Основные параметры	Производительность
Рыхление и выравнивание поля	Борона зубовая БЗСС-1+сцепка СНУ	Т-16М, МТЗ-80/82	Глубина рыхления до 8 см, ширина захвата 0,95 м	1,2 га/ч
Погрузка извести, гипса, удобрений	Погрузчик фронтальный ПФБ-Ф-6	МТЗ-80/82	Грузоподъемность 0,6 т	30 м³/ч
Транспортировка и внесение органических удобрений	Полуприцеп МТТ-8	МТЗ-80/82	Емкость кузова 2,4 т	97 т/ч
Внесение органических удобрений	Разбрасыватель органических удобрений РОУ-6 М	МТЗ-80/82	Емкость кузова 2,1...2,7 т ширина захвата 4...8 м	23 т/ч

Продолжение табл. 5

1	2	3	4	5
<i>Посев и посадка</i>				
Высев мелких сыпучих семян (сосна, ель и т.п.)	Сеялка лесная универсальная СЛУ-5-20	Т-16, МТЗ-80/82	5, 6, 10, 20 строк	0,35 га/ч
Разреженный посев семян хвойных пород	Сеялка лесная навесная СЛН-5/9	Т-16, МТЗ-80/82	4, 5, 9 строк	0,5 га/ч
Высев семян с крылатками, в плодах и в смеси со средой стратификации	Сеялка для насыпучих семян СПН-3	Т-16, МТЗ-80/82	Схема посева 3-рядная	0,17 га/ч
Рядовой высев желудей, каштана, лещины	Сеялка крупно-плодных семян СКБ-5/3	Т-16, МТЗ-80/82	При 5-строчном – 22,5 см, при 3-строчном - 45 см между рядками	1,05 га/ч
Точечный высев мелких семян	Пневматическая сеялка точечного высева СКН- 4	МТЗ-80/82	4-рядная, ширина захвата 1,5 м	0,2...0,3 га/ч
Посадка сеянцев в школу	Сажалка школьная СШ-3/5	Т-16, МТЗ-80/82	25-25-25-25-50 см Шаг посадки 0,1 м	0,1...0,15 га/ч
Посадка сеянцев и черенков	Сажалка сеянцев и черенков ССЧ-5/3	Т-16, МТЗ-80/82	Ширина захвата 1 м, шаг посадки 0,1 м, количество рядов – 3...5	0,09 га/ч
Мульчирование посевов	Разбрасыватель мульчи и удобрений РМУ-0,8	Т-16	Ширина захвата 1,1 м, объем кузова 1,1м ³	1,8...4,5 т/га
Мульчирование посевов	Мульчирователь сетчатый МСН-1А	Т-16, МТЗ-80/82	Ширина захвата 1 м, объем барабана 1 м	0,15...0,21 га/ч
Прикатывание почвы перед посевом и посадкой	Каток водоналивной гладкий 3 КВГ-1,4	МТЗ-80/82	Ширина захвата 1,4 м	1,9...3,3 га/ч
Посев сидератов: овес, горох, соя и т. п.	Сеялка зерновая туковая СЗТ-3,6	Т-16, МТЗ-80/82	Ширина захвата 3,6 м, глубина посева 2... 8 см	до 3,6 га/ч
Посев семян кедра	Сеялка кедровая СКП-5	МТЗ-80/82, Т-16	3... 5 строк	0,75 км/ч

Продолжение табл. 5

1	2	3	4	5
Посев семян в теплицах	Установка мобильная для посева УМС-10	-	-	1,25 тыс. шт./ч
<i>Агротехнический уход за посевом и посадками</i>				
Уничтожение сорняков и рыхление почвы	Культиватор комбинированный для питомников ККП-1,5А	Т-16	Ширина захвата 1,5...1,6 м, глубина рыхления 2...12 см	0,12...0,36 га/ч
Агротехнический уход и рыхление почвы	Культиватор для питомников КПС-1,5	Т-16	Ширина захвата 1,5м, глубина рыхления 0,2...6 см	0,2...0,5 га/ч
Подрезка корней	Корнеподрезчик навесной универсальный КНУ-1,2;КПРШ-1,2; ППК-1,2	МТЗ-80/82	Ширина захвата 1,2 м, глубина подрезки 8...15 см, высота растений до 40 см	0,23...0,47 га/ч
Обработка посевов и паров химикатами	Подкормщик-опрыскиватель ПОМ-630	МТЗ-80/82	Ширина захвата 4, 5, 6 и 16,2 м, ёмкость бака 630 л; внесение в почву на глубину до 29 см	8,2 га/ч
Обработка посевов химикатами	Агрегат лесной химический АЛХ-2	МТЗ-80/82	Высота обработки до 27 м, емкость бака 367 л	1,35...9,22 га/ч, химикат в почву – 0,8...1,0 га/ч
Полив посевов	Комплект ирригационный КИ-50 «Радуга»	Т-16, МТЗ-80/82	В комплект входит насосная станция СНП-50/80Б 47,2 л воды/ч	0,57 га/ч
Химическая защита леса от нежелательной растительности	Опрыскиватель лесной навесной ОЛН-1	Т-16, МТЗ 80/82	Ширина захвата 1,5...4 м	0,64...2,5 га/ч
Химическая обработка лесных насаждений	Опрыскиватель-вентилятор ОП-2000-2	МТЗ-80/82	Ширина захвата 15...20 м	5 га/ч
Полив, внесение подкормок в теплицах	Дождеватель передвижной ДПТ-2,5	1,8 кВт	Ширина захвата 9 м скорость перемещения 3,5 м/мин	0,24 га/ч

Продолжение табл. 5

1	2	3	4	5
<i>Выкопка и сортировка посадочного материала</i>				
Выкопка сеянцев и саженцев	Выкопочная машина ВМ-1,25	МТЗ-80/82, Т-74	Ширина захвата 1,25 м, глубина выкопки до 30 см	0,2...0,3 га/ч
	Машина выкопочная МВ-1,3	МТЗ-80/82, Т-74	Ширина захвата 1,25 м, глубина выкопки до 30 см	0,2...0,4 га/ч
	Плуг выкопочный навесной ВПН-2	МТЗ-80/82	Ширина захвата 0,55...1,05 м, глубина выкопки до 40 см	0,08...0,18 га/ч
	Скоба выкопочная навесная НВС-1,2	МТЗ-80/82	Ширина захвата 1,2 м, глубина выкопки 14...30 см	до 0,3 га/ч
Подрезка корней и выкопка сеянцев	Корнеподрезчик-копач ККС-2	МТЗ-80/82	Ширина захвата 1,1 м	0,25 га/ч

Завершающим новый комплекс машин для выращивания посадочного материала в открытом грунте является оборудование для сортировки сеянцев и саженцев ОС-1 с укладкой в тару, состоящее из конвейера с приводом, рабочих мест для 6 сортировщиков и двух приемщиков. Скорость перемещения транспортерной ленты 0,15 м/с. По результатам приемочных испытаний оборудование ОС-1 рекомендовано к постановке на производство.

Важное значение в получении стандартного посадочного материала имеет качество высеваемых семян, которое зависит от способов их заготовки и обработки. Создан комплекс опытных образцов машин и оборудования, включающий:

- оборудование для сбора шишек с растущих деревьев хвойных пород ОСШ-1;
- сушилку малогабаритную СМ-45;
- барабан для отбивки шишек БОШ-4;
- агрегат для мокрого обескряливания семян АМО-5;
- пневмосепаратор ПЛС-5М.

Этот комплекс обеспечивает полное выделение семян из шишек, высокое качество процесса их сушки и дальнейшей обработки. Увеличивает степень очистки лесосеменного сырья от мелких и неполноценных семян на 30...40 %. Показатели всхожести получаемых семян достигают 88...94 % (Казаков, 2002).

Опытно-производственную проверку прошел и новый комплект малогабаритных машин, обеспечивающий механизацию работ по выращиванию сеянцев во временных питомниках и арочных пленочных

теплицах. В него входят: тележка самоходная ТС-350 с передней и задней навесками (скорость движения 2, 4, 6 и 12 км /ч, мощность 5 кВт) и комплект навесного оборудования:

- машина ротационная малогабаритная МРМ-1 для обработки почвы (ширина гряд 1 м, глубина рыхления 4...8 см, плотность почвы не более 0,9 г/см³);

- сеялка малогабаритная СМ-1;

- культиватор малогабаритный КМ-1,5.

Новый комплект малогабаритных машин дополняет существующий комплекс, снижает материалоемкость технологического процесса, более чем в три раза повышает уровень механизации работ.

Рекомендуемая литература

1 Маркова И.А., Жигунов А.В.. Агротехника выращивания посадочного материала в лесных питомниках таежной зоны: Учебное пособие. СПб.: СПб ГЛТА, 2007. – 86 с.

2 Казаков В.И.. Совершенствование технологии выращивания посадочного материала ели на базе новой техники в питомниках лесной зоны. Автореф. дисс. ... уч. степ. д. с.-х. н. Воронеж, 2002. – 41 с.

3 Система технологий и машин (СТМ) для выращивания посадочного материала (раздел III СТМ на период до 2010 года) // Лесохозяйственная информация, 2004, № 6, – С. 17-32.

Контрольные задания

Составить технологическую схему (операции, срок проведения, применяемые машины и механизмы, их производительность) на следующие виды работ:

1. Обработка почвы по системе черного пара.
2. Обработка почвы по системе раннего пара.
3. Обработка почвы по системе сидерального пара.
4. Выращивание саженцев ели 2+2 в школьном отделении питомника.
5. Выращивание 2-летних сеянцев сосны в открытом грунте посевного отделения.

ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ

Глава 9. ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ ЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Культуры целевого назначения (плантации) создают для получения определенных сортиментов древесины (балансов, пиловочника, рудстойки, виноградных кольев и т.п.), новогодних деревьев, орехов, плодов и ягод, ивового прута, дубильного корья, пробки (дуб пробковый, бархат амурский), гутты – млечного сока, идущего на изготовление гуттаперчи (бересклет, эвкомия).

Плантации рекомендуется размещать ближе к месту потребления готовой продукции, что позволяет сократить расходы на перевозку сырья в 3...7 раз.

9.1. Лесосырьевые плантации хвойных пород

Самый большой опыт интенсивного лесовыращивания накоплен в Новой Зеландии, где в настоящее время промышленные плантации сосны лучистой (*Pinus radiata* Don.) удовлетворяют 60 % общей потребности страны в древесине. На плантациях юга Африки, юго-восточных штатов США, в Южной Европе также большое внимание в деле производства пиловочника и балансов уделяется быстрорастущим соснам. Из других пород на плантациях выращивают тополя, эвкалипты, пихты, дугласии, кипарисы и ели. После энергетического кризиса возникли проекты создания энергетических плантаций ольхи, тополя, эвкалипта, ивы, так как по теплотворной способности древесная масса и нефть соотносятся как 2:1.

Специальные исследования, выполненные в Северо-Западном и Центральном регионах России О.И. Полубояриновым и Р.Б. Федоровым (1987), показали, что уменьшение плотности древесины на 10...13 % у сосны и на 2...5 % у ели, имеющие место в первые 30 лет ускоренного выращивания, не выходят за допустимые пределы для балансов или контролируются технологическим режимом (например, обрезкой сучьев в нижней части ствола – при производстве пиловочника). Это дает основание не специализировать лесосырьевую базу на заготовку лишь одного сортимента, например, балансов в ущерб пиловочнику. Однако в большинстве ситуаций стратегически более целесообразной будет ориентация не на 40...50, а на 60...70-летний цикл выращивания, при которой запас крупной древесины достигнет 400...600 м³/га, а расходы на получение дополнительного прироста будут минимальными, ибо в общей

стоимости лесовыращивания расходы на закладку культур составляют 40...50 %.

Плнтации позволяют при укороченном обороте рубки получить балансы ели (в 50...60 лет – 300...350 м³/га) и пиловочные бревна (в 60...70 лет – 400...450 м³/га). Плнтационное лесовыращивание рекомендуется рассматривать как дополнение к традиционной форме многоцелевого хозяйства в лесу. Класс бонитета плнтационных культур по соображениям экономической целесообразности должен быть не ниже второго. По условиям климата, обеспеченности рабочей силой, развитию инфраструктуры для целей плнтационного лесовыращивания в наибольшей мере подходит европейско-уральская часть лесной зоны России – зона смешанных, широколиственных лесов, подзона южной тайги. В качестве основных пород рекомендуются ель европейская (на балансы и пиловочник), сосна обыкновенная и лиственница (на пиловочник), береза повислая (на фанерный кряж). В суровых климатических условиях подзоны средней тайги допустима закладка плнтаций только сосны, поскольку ель будет страдать от заморозков.

Факторы, обеспечивающие успешный рост плнтационных культур:

1. Благоприятные для выращиваемой породы почвенно-климатические условия.
2. Дифференцированная по регионам и лесорастительным условиям обработка почвы, обеспечивающая создание высокого агрофона в зоне размещения корневых систем культур.
3. Использование для закладки культур высококачественного посадочного материала лучших генотипов, обладающих повышенной энергией роста, требуемым качеством получаемого сырья, устойчивостью к неблагоприятным факторам среды.
4. Превентивная защита от конкурирующей растительности, вредителей и болезней.
5. Реализация режимов оптимальной густоты с учетом биологических особенностей выращиваемых пород и возможности максимальной механизации основных технологических процессов.
6. Поддержание высокого уровня плодородия почвы в течение всего цикла выращивания культур путем применения научно обоснованной агротехники работ, системы удобрений и уходов.

Требования к участкам для закладки плнтационных культур.
Чтобы обеспечить высокую производительность машин и механизмов плнтационные культуры желательно создавать в виде крупных массивов (300 га и более). Минимальная площадь дендрополя – 10 га. Рельеф ровный или слегка волнистый, не препятствующий работе водоотводящих

систем. Засоренность верхнего (0...30 см) слоя почвы камнями не должна превышать 20 м³/га. Для плантаций ели по уровню плодородия почвы соответствуют эдатопы В_{2, 3}, С_{2, 3}, D_{2, 3}, а при условии осушения – С₄, D₄; для плантаций сосны – В_{2, 3}, С_{2, 3}, при условии осушения – В_{4, 5}, С₄. Глубина залегания плотного корне- и водонепроницаемого горизонта должна быть не менее 40 см.

Площадь, подготовленная к закладке плантаций, должна иметь дорожную сеть, обеспечивающую подъезд транспортных средств к каждому участку, и глубину залегания почвенно-грунтовых вод к началу вегетации не менее 30 см. Расстояние между рядами культур 2,0...4,5 м. В указанном диапазоне допускается чередование узких и широких междурядий.

Подготовка лесокультурной площади. В состав подготовительных работ входят:

- расчистка площади от древесной растительности, порубочных остатков и валежа;
- разбивка на местности запроектированных дорог, проездов, осушительных каналов, противопожарных барьеров и опушек, пожарных водоемов, рядов культур и пр.;
- корчевка пней или удаление только их надземной части в местах, где они будут мешать работе почвообрабатывающих орудий;
- известкование почвы при рН ниже 4,0...3,5.

Расчистку площади выполняют в сухое время года. Собранные древесные остатки перерабатывают на щепу, сжигают или после измельчения равномерно разбрасывают по площади. Количество оставляемых крупных древесных остатков (длиной более 1,5 м, диаметром свыше 8 см) не должно превышать 15 м³/га. Это уменьшает количество поломок техники и обеспечивает качественную работу почвообрабатывающих орудий.

Осушительную сеть прокладывают на тех участках, где к середине мая почвенно-грунтовые воды стоят выше отметки 30 см от поверхности почвы (гигротопы с индексом 3...5). Проводят эти работы на основании заранее составленных проектов.

Дороги должны обеспечивать возможность подъезда грузовых автомобилей к каждому участку, а тракторных агрегатов – к каждому ряду деревьев с возможностью разворота при заезде на очередной гон. Оптимальная длина гонов – 250...500 м. В местах пересечения дорог и мелиоративных каналов устраивают переезды.

Наиболее дорогой и энергоемкой операцией является корчевка пней. Она необходима на переувлажненных почвах для того чтобы по лесокультурным бороздам сбросить в водоприемник избыток воды с

вырубки. Корчевку проводят в сухое время года в щадящем почву режиме. Пни отряхивают от почвы и используют в качестве сырья для последующей переработки или укладывают на перегнивание в каждое второе или четвертое междурядье (рис. 27).

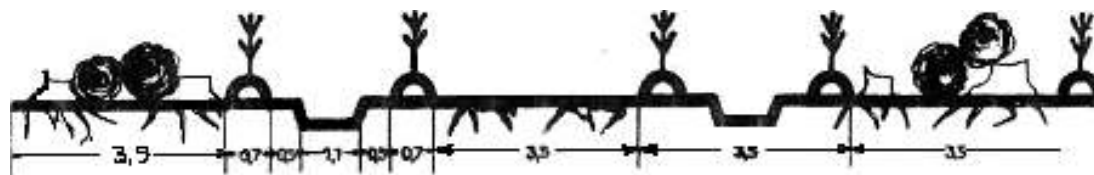


Рис. 27. Схема размещения лесокультурных полос при узкополосной корчевке пней (полоса с пнями, посадка саженцев, полоса для прохода техники, посадка саженцев, полоса с пнями). Расстояния даны в метрах

Заключительной операцией является известкование сильноокислых почв до pH 4,5. Лучшими материалами для этой цели являются доломитовая мука или сланцевая зола, содержащие, кроме кальция, еще магний, калий и некоторые микроэлементы. Для повышения pH на 0,1 единицы надо 0,15...0,60 т/га CaCO_3 (на торфяных и суглинистых почвах больше, чем на песчаных). Для внесения известковых материалов используются тракторные разбрасыватели.

Обработка почвы. Надлежащей обработке почвы при закладке плантаций придается первостепенное значение. Она должна улучшить водно-воздушный и тепловой режимы почвы, повысить ее потенциальное и актуальное плодородие, защитить культуры (по крайней мере, сразу после посадки) от конкуренции травяных растений, обеспечить возможность высококачественной посадки при соблюдении параллельности рядов выращиваемых растений, ширины междурядий и шага посадки. Обработку почвы (чаще всего механическую) проводят, как правило, в год, предшествующий посадке культур. Способ и технические средства выбирают в зависимости от лесорастительных условий.

В зоне смешанных и широколиственных лесов на свежих достаточно дренированных почвах микроповышения не формируют. В эдатопах В₂ и С₂ на вырубках с высотой пней до 15 см и не задерневшими, рыхлыми почвами рекомендуется проводить сплошное или ленточное рыхление дисковыми боронами или фрезами на глубину 8...15 см в два-три следа. За два прохода дисковым плугом типа ПЛД-1.2 формируют гряду высотой 8...10 см, на которой затем высаживают два ряда деревьев (рис. 28).

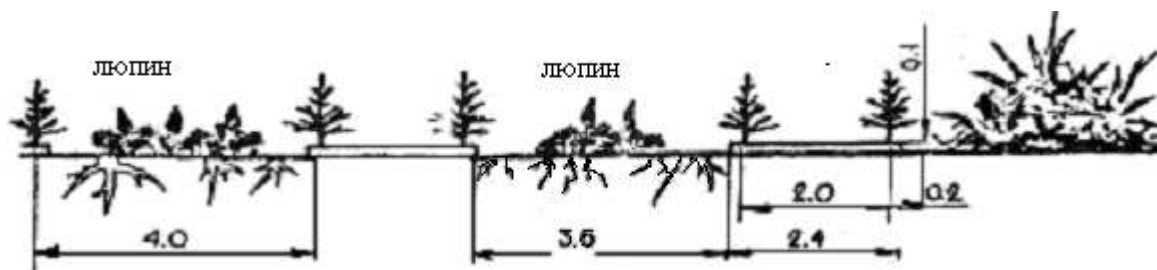


Рис. 28. Размещение сдвоенных рядов культур при обработке почвы плугом ПЛД-1,2. Размеры даны в метрах

В этих условиях хорошие результаты дает вспашка почвы плугом ПКЛ-70 с последующей 2...3-кратной обработкой борозды и пластов дисковыми боронами, работающими «всвал». В результате образуются глубоко взрыхленные полосы, по которым посадка культур осуществляется машиной МЛУ-1 (Штукин, 2004). При использовании плуга «Дельта» финского производства на тракторе «Катерпиллер» с мощной гидравликой корчевка пней не требуется. На землях бывшего сельскохозяйственного пользования чаще всего применяется сплошная вспашка, которую на плотных почвах сочетают с безотвальным рыхлением на глубину 50...70 см. При этом необходимо разрушить подпахотную «подошву», иначе культуры образуют поверхностную корневую систему, что может быть причиной ветровала посадок в стадии жердняка. Чтобы не было ухудшения лесорастительных свойств почвы, после хвойных на 30...35 лет создают плантацию лиственной породы, например, березы повислой. При сильном задернении почвы рекомендуется черный пар в сочетании с химическим подавлением травяной растительности (арсенал в дозе 2...3 л/га путем опрыскивания, с июня по август, можно в сочетании с глифосатом 5...8 л/га). Срок посадки семян с открытыми корнями – весной следующего года. Нежелательная растительность будет подавлена на два года.

Чтобы окупить затраты на закладку плантаций, в течение первых лет ротации в междурядьях культур можно выращивать овес, рожь, лекарственные травы, картофель и т.п.

Посадка и посадочный материал. Лесосырьевые плантации закладывают чистыми по составу или смешанными – 5С5Е, 7С3Е, 7Е3С в зависимости от специфики почвенных условий. Естественное возобновление лиственных пород допускается в составе не более 2...3 единиц.

Посадочный материал выращивают из районированных семян с улучшенными наследственными свойствами при обязательном отборе лучших особей (30...50 % от партии стандартного посадочного

материала). Ель сажают саженцами 2+2, 2+3, 2т+1 или 2+2+2, сосну – отборными 2-летними сеянцами ПМЗК или ОКС, в подзоне средней и южной тайги могут быть использованы саженцы 1т+2. Посадочный материал для плантаций выращивают в питомниках с высоким агрофоном, что позволяет сделать эффективный отбор как прием массовой селекции и получить компактную корневую систему с большим числом всасывающих корней.

Посадка осуществляется весной до распускания почек, с обязательным выполнением профилактической защитной обработки посадочного материала от соснового долгоносика и шютте обыкновенного. Для продления срока посадки используется ПМЗК. Следует иметь в виду, что подсушивание корней в предпосадочный период не только снижает приживаемость, но и ослабляет темпы роста саженцев в течение первых 5 лет выращивания.

В качестве минимальной может быть рекомендована исходная густота 2,5 тыс. шт./га саженцев ели 2+3 и 3,5 тыс. шт./га отборных 2...3-летних сеянцев сосны или саженцев 1т+2, 2т+1 – при высоком генетическом качестве посадочного материала. Использование мелких сеянцев сосны и нестандартных саженцев ели значительно снижает эффективность всего комплекса работ по ускоренному лесовыращиванию в первом классе возраста культур.

Шаг посадки сеянцев – 0,7...0,8 м, саженцев – 1,0...1,5 м в зависимости от их размера. Размещение – рядовое, возможно и биогруппами, но в рядах, что обеспечит возможность механизированного ухода за плантациями.

Оптимальная густота культур в процессе выращивания. Важнейшим элементом стратегии ускоренного лесовыращивания являются интенсивный отбор и устранение худших деревьев популяции с тем, чтобы древесный запас накапливался деревьями-лидерами с повышенной потенцией роста. Разреживания должны своевременно снижать напряженность внутривидовой конкуренции и тем самым способствовать форсированному росту деревьев-лидеров (табл. 6).

Первое разреживание культур сосны проводится в 9...13 лет, ели – в 11...15 лет. Деревья-лидеры, не имеющие пороков, не вырубаются, даже когда растут рядом друг с другом. Если расстояние между лидерами оказывается больше предельного (4...4,5 м), между ними допускается оставлять деревья более низких рангов.

Второе разреживание в культурах сосны проводят в 21...25 лет, в культурах ели – в 25...30 лет. Кроме отставших в росте удаляют деревья с выраженными пороками ствола и кроны. Необходимо стремиться к равномерному размещению деревьев по площади с расстоянием между

оставляемыми деревьями не более 5 м. В культурах на балансы это разреживание является последним.

Таблица 6

Сроки проведения разреживаний и густота плантационных культур после разреживаний, тыс. экз./га

Номер разреживани я	Ель			Сосна		
	Возраст культур, лет	Густота при ориенти- ровании на заданные сортименты, тыс. экз./га		Возраст культур, лет	Густота при ориенти- ровании на заданные сортименты, тыс. экз./га	
		Балансы	Пиловочник		Балансы	Пиловочник
Подзона средней и южной тайги						
1	12...15	1,8...2,5	1,8...2,2	11...13	2,0...3,0	1,8...2,5
2	25...30	1,5...2,0	1,2...1,5	21...25	1,5...2,0	1,2...1,5
3	35...40	-	0,7...0,1	35...40	-	0,6...0,9
Зона смешанных и широколиственных лесов						
1	11...14	1,8...3,0	1,8...3,0	9...12	2,0...3,0	2,0...3,0
2	25...30	1,5...2,0	1,2...1,7	21...25	1,5...2,0	1,2...2,0
3	35...40	-	0,8...0,1	35...40	-	0,7...0,9

Третье разреживание проводится в возрасте 35...40 лет при ориентации плантаций на получение пиловочника. Способ отбора деревьев преимущественно низовой, размещение – по возможности равномерное.

Более сильные разреживания (нижний предел густоты в табл. 6) рекомендуются для древостоев I-Ia класса бонитета, более слабые (верхний предел густоты) – для древостоев II класса бонитета.

Обрезка ветвей. Цель этой технологической операции – улучшить качество получаемой древесины. Обрезку ветвей проводят в два приема, приуроченных ко второму и третьему разреживанию культур, предназначенных для получения пиловочника. После обрезки ветвей на дереве должно оставаться не менее 5...6 мутовок и 1/2 кроны по ее длине. Ведут обрезку с февраля по апрель или с июля по ноябрь с использованием ручного инструмента ОВ-3.

Ограничение роста травы и деревьев лиственных пород. Заглушение порослью осины, березы, ольхи, ивы и других пород – наиболее распространенная причина отпада и замедленного роста деревьев в культурах. В то же время лиственные снижают степень повреждения ели

поздними заморозками. Исходя из этого, предлагаются два варианта ухода за составом плантации:

а) поросль удалять полностью химическим методом вместе с травой еще до первого разреживания;

б) на морозобойных площадях в культурах ели удаление поросли осуществлять только в полосах шириной 1,0...1,5 м вдоль ряда посадок, сохраняя лиственные в центре междурядья.

В качестве основных препаратов в культурах ели используют глифосат – 6...8 л/га в августе – сентябре после окончания активного роста ели); в культурах сосны наиболее эффективно применение баковой смеси глифосат + анкор-85 (4...6 л/га + 150...200 г/га). Опрыскивание проводят в августе – сентябре. Защитное действие обработки продолжается в течение 1,5...2 сезонов. Оба препарата обладают комплексным действием, то есть подавляют рост трав и деревьев лиственных пород. При выращивании плантаций березы для устранения нежелательной растительности используют препарат эллай – 0,1...0,2 кг/га (Применение гербицидов при уходе за лесом, 2005).

На объектах, где применение химического метода по тем или иным причинам невозможно, используют катки-осветлители или мотоагрегаты типа «Секор».

Подкормка плантационных культур. Для повышения актуального и потенциального плодородия почвы на плантациях в состав живого напочвенного покрова бедных песчаных почв рекомендуется вводить биологический мелиорант – многолетний люпин. На второй-третий год после посадки сосны люпин высевают в центральную часть широких междурядий в виде 1...2 строчек. Перед посевом люпина почву обрабатывают дисковой бороной. Посев делают рано весной, на глубину 1,5...2,5 см, расход семян – 10...20 кг/га. Перед посевом семена скарифицируют (намачивают, а затем перетирают с крупным песком) и обрабатывают люпиновым нитрагином или не подсушенной "люпиновой землей" из-под кустов многолетнего люпина. Один раз в два-три года сильно развившийся люпин ломают дисковой бороной, проходя по междурядьям в конце лета.

Подкормка минеральными удобрениями рекомендуется как быстрая и эффективная мера улучшения состояния культур, но результативность этого приема не везде одинакова: ее снижают неблагоприятный водно-воздушный режим почвы и интенсивное развитие конкурирующей растительности. При pH ниже 3,5 фосфаты превращаются в недоступные для растений соединения, поэтому на таких почвах сначала проводят известкование.

При закладке плантационных культур рекомендуется стартовое внесение фосфорных удобрений, которые стимулируют рост корней саженцев и повышают их устойчивость к неблагоприятным факторам. Их вносят в посадочную лунку (3...4 г двойного суперфосфата на саженец) или на поверхность почвы вокруг растения (6...8 г на 1 растение).

В последующие годы удобряют только отстающие в росте, ослабленные болезнями культуры, а также культуры после рубок ухода. Правильный выбор под плантации достаточно плодородных площадей позволяет свести потребность в удобрениях к минимуму.

На минеральных почвах культуры чаще всего нуждаются в подкормке азотными удобрениями. Дозы по действующему веществу в зависимости от возраста культур следующие: 10...15 лет – 80...100 кг/га; 20...30 лет – 120...150 кг/га; 40...50 лет – 160...200 кг/га.

Необходимость в подкормке фосфорными и калийными удобрениями устанавливают на основе результатов почвенного или листового анализов: при содержании в слое почвы 0...30 см подвижных форм фосфора и калия менее чем по 4 г/м² назначают подкормку в дозе 3...5 г/м² P₂O₅ и K₂O. При необходимости внесения нескольких элементов используют комплексные удобрения – нитроаммофоску, диаммонитрофоску и др. Оптимальный срок работ – май-начало июня, по влажной почве.

Защита плантационных культур от вредителей и болезней.

В основу защиты плантационных культур от мышевидных грызунов, насекомых, вредителей и болезней должен быть положен интегральный метод, предусматривающий:

а) систематический лесопатологический контроль в течение всего срока их выращивания и своевременный прогноз появления вредителей и болезней в количествах, превышающих порог вредоносности;

б) широкое и систематическое проведение профилактических мероприятий;

в) выбор и применение наиболее эффективных и совершенных в экологическом отношении средств защиты при оптимальных сроках и способах нанесения их на растения.

Для защиты культур от мышевидных грызунов используют отравленные приманки (1 кг зерна пшеницы или ржи, 100 г воды, 5 г глифтора и 1,5...2 % подсолнечного масла). Приманку вносят из расчета 3 кг на 1 га путем равномерного посева. Для защиты посадок от долгоносика эффективно предпосадочное опрыскивание саженцев пиретроидными препаратами при концентрации раствора 0,25 %.

Для защиты культур от комплекса болезней хвои и ветвей (в том числе – соснового вертуна и шютте) рекомендуется обработка крон

посадок 0,1 % раствором одного из современных системных фунгицидов – байлетона, импакта, ридомила с расходом раствора 50...100 л/га.

В целях профилактики корневых гнилей, вызываемых корневой губкой и опенком, при разреживании культур свежие пни необходимо обработать 20 % раствором мочевины или биопрепаратом пениофоры гигантской. Для профилактики раневых гнилей обдиры коры у деревьев-лидеров надо обмазывать смесью олифы синтетической (95 %) и фунгицида (дерозал, байлетон или каптафол) – 5 %).

Противопожарные мероприятия. По условиям возникновения пожаров плантационные культуры сосны всех возрастов и культуры ели до 20 лет относятся к насаждениям I класса пожарной опасности. Культуры ели старше 20 лет переходят во II-III класс пожарной опасности. Все противопожарные мероприятия проектируются и реализуются в расчете на обнаружение и тушение наземными средствами.

Крупные массивы культур должны разделяться на блоки площадью 100...150 га. Между блоками формируют противопожарные заслоны из лиственных пород шириной 30...50 м. В центральной части заслона создают разрыв шириной 8...10 м, который используют в качестве дороги противопожарного назначения. Вдоль разрыва прокладывают минерализованные полосы шириной 1,5...2,0 м. В свою очередь крупные блоки разделяют противопожарными разрывами на более мелкие по 20...30 га. Проектируемые дороги и проезды должны обеспечить доставку к пожару людей и средств пожаротушения в течение 30 минут с момента его обнаружения. У дорог и проездов строят пожарные водоемы с расстоянием не более 1,5 км друг от друга. На дорогах по границам плантационных культур размещают плакаты и объявления, содержащие информацию об особой ценности и высокой пожарной опасности объектов. В пожароопасные периоды посещение плантаций посторонними лицами должно быть запрещено. На сопредельных площадях также должны приниматься меры, препятствующие возникновению и распространению лесных пожаров.

9.2. Плантации ивового прута

Цель создания плантаций ив – получение сырья для изготовления плетеных изделий (корзин, мебели и др.). Основные виды ив, выращиваемых на плантациях: трехтычинковая, прутовидная, пурпурная, американская и др.

Плантации закладывают на плодородных почвах с уклоном участка не более 5°. Целинные залежи и пахотные земли в поймах вспахивают на глубину 20...25 см с рыхлением почвоуглубителем до 40...50 см.

Оптимальная площадь квартала – 3,5 га, ширина межквартальных дорог – 4...5 м.

Черенки для закладки плантаций нарезают из прутьев, заготовленных после наступления зимнего покоя или ранней весной до начала сокодвижения. Используют 1...2-летние прутья, 3/4 их длины от комля, верхнюю часть прута отбрасывают. Длина черенков – 25...40 см. Густота посадки и характер размещения посадочных мест определяются видом ивы и принятой технологией ухода. Уход за плантацией заключается в рыхлении почвы, уничтожении сорняков, внесении органических и минеральных удобрений, а также защите от вредителей и болезней.

В 1-й год побеги срезают у самого основания, а в последующие годы – на высоте 2...6 см. Технически пригодный прут получают со второго года выращивания. Периодически плантациям дают отдых. После 7...8 лет пользования их омолаживают, срезая «на пень» в период покоя на уровне земли. Через 1...2 года после омолаживания перед резкой новых побегов проводят окучивание, что усиливает развитие корневой системы кустов ивы.

9.3. Энергетические (топливные) плантации

Россия имеет огромный потенциал биомассы, доступной для производства энергии. По данным Д.Л. Соколова (2005), в Северо-Западном федеральном округе при сегодняшнем объеме лесозаготовок, лесопиления и деревообработки образуется около 16,3 млн. м³ древесных отходов. Отходы лесозаготовок составляют 20 %, лесопиления – 35...55 % от объема продукции, при производстве фанеры – 60 %, древесные отходы ЦБП – 20 % от объема поставляемого сырья; при производстве деревянных изделий, мебели и др. – 50 % от объема продукции. Значительное количество отходов древесины при заготовке леса не используется вообще, а сжигается или остаётся на делянке. Тонкомер, опилки, щепа, кора, кусковые отходы, в лучшем случае, используются как топливо в котлах, спроектированных для сжигания угля или мазута и не приспособленных для сжигания древесины. Поэтому про качественный процесс сжигания, высокий КПД котла, малую эмиссию CO₂ и сажи не может быть и речи.

Использование газогенерирующих установок способно кардинально изменить ситуацию. На сегодняшний день разработана целая серия установок, из которых можно выбрать оптимальный для того или иного случая вариант по мощности. В ближайшее время перспективы широкого распространения приобретут небольшие газогенераторные установки малой мощности (до 100 кВт), которые смогут удовлетворять нужды

мелких фермерских хозяйств. Обладая многими преимуществами (небольшая масса, простота в обслуживании, мобильность, отсутствие потребности в создании значительных сосредоточенных запасов древесной массы), такие установки позволяют привнести комфорт в удалённые от цивилизации места (Сперанская, 2004).

Технологии использования растительной биомассы имеют также важный социальный аспект, поскольку обладают значительным потенциалом для создания новых рабочих мест. В среднем можно считать, что 1 МВт установленной мощности дает одно рабочее место.

В настоящее время на северо-западе России строятся заводы по производству брикетов и пеллет (гранул). Практически вся продукция экспортно-ориентированная и транспортируется морским путём через порты Санкт-Петербурга. Таким образом, технологии утилизации древесной массы имеют хорошие перспективы коммерциализации в будущем, и это несмотря на один недостаток: рассредоточенность биомассы по площади. Кроме того, эффективность использования древесной биомассы обратно пропорциональна расстоянию её транспортировки от места образования к месту использования. Такая закономерность объясняется тем, что стоимость древесной биомассы при транспортировке резко возрастает. Экономически целесообразно использовать только местную древесную биомассу или же биомассу собственного производства.

На протяжении бурного развития цивилизации человечество делало ставки на виды топлива, запасы которого на сегодняшний день катастрофически истощаются. Поиск альтернативных источников энергии ставит задачу создания и развития надежных систем возобновляемых энергетических ресурсов, каковым может быть растительная, в частности, древесная биомасса.

Основным преимуществом использования биомассы является даже не её большой потенциал и малые сроки окупаемости проектов, а высокий уровень экологичности, благодаря чему она становится наиболее приемлемым возобновляемым источником энергии в большинстве стран мира. Древесина не содержит серу, хлор и другие вредные для атмосферы элементы. При сжигании древесины выделяет такое же количество CO_2 , какое использовали деревья в процессе роста.

В Центральном и Центрально-Чернозёмном регионах России, на Алтае, Северном Кавказе и в Сибири сортоиспытанием, гибридизацией тополей и ив как наиболее подходящих пород для культур с коротким (10...30 лет) рубки занимаются многие годы. Особенно большие перспективы в этом направлении открывает микроклонирование методом культуры тканей.

В НИИ лесной генетики и селекции изучаются продуктивность *тополя* в энергетических плантациях, сортовой состав, оптимальный оборот рубки по выходу фитомассы, густота посадки, период эксплуатации и в условиях лесостепи (Царев, Царева, Мироненко, 1994). Плантации заложены в питомнике Подгоренского лесничества Семилукского лесхоза Воронежской области. Установлено, что специально выведенные для энергетических плантаций сорта тополя намного продуктивнее обычных и позволяют наряду с сокращением сроков выращивания древесины эффективнее использовать отводимые под их создание площади. Наиболее экономичный период ротации - 2...4 года, затем темпы роста побегов замедляются, что служит индикатором необходимости рубки плантаций. Опытные энергетические плантации в Воронежской области показали, что в условиях лесостепи плантации тополя высокопродуктивны: средняя биопродуктивность достигает 12 т/га. Это в два раза выше, чем средний прирост лучших сортов тополей в аналогичном возрасте при выращивании по обычной технологии с оборотом рубки в 15...20 лет. Оптимальная густота миниротационных культур на начальном этапе выращивания - 20 тыс. шт./га. Максимальный выход фитомассы отмечен при обороте рубки в 2...3 года (Попов, Чернодубов, Галдина, 2004).

Другой породой, представляющей большой интерес при выращивании энергетических плантаций, является *ива*. В России произрастает 167 видов ивы, из них наиболее широко распространены такие древесные виды, как ива козья (высота 6...10 м), ива волчниковая (12...15 м), ива остролистная (10...12 м), ива белая (20...30 м), ива ломкая (15...20 м), ива пятитычинковая (высота до 16 м); кустарниковые виды – ива серая, конопляная, корзиночная, шерстистопобеговая, пурпуровая, трехтычинковая и др.

Многие из указанных видов образуют большие естественные заросли и издавна используются как технические или лекарственные растения, для получения прута в корзиночном мебельном производстве, для мелиоративных целей - закрепления и облесения сыпучих песков, берегов рек плотин и т.п., а также для озеленения городов и посёлков.

В настоящее время наибольшее распространение в разных регионах страны имеют плантации на прут. В Башкирии на базе Института биологии БНЦ Уро АН РФ для ускоренного производства биомассы был проведен отбор гетерозисных форм ивы, обладающих хорошей способностью к регенерации после срезки, большой продуктивностью и высокой адаптивностью к условиям среды. Продуктивность отселектированных клонов при второй генерации составила 1,5...2,0 т воздушно-сухой массы на 1 га, а при четвёртой и пятой до 20...25 т на 1 га в зависимости от клона. Увеличение урожая биомассы с возрастом в течение 5 лет

происходит у всех клонов почти независимо от метеорологических условий вегетационного периода (Старова, Васютин, 1989).

Сегодня ивовая культура входит в ряд наиболее развитых как по качеству выделенных ценных форм, так и по агротехнике их выращивания. В Воронежской области имеется опыт плантационного разведения ив не только в пойменных, но и в нагорных условиях (Сидоров, 1977; Чумаков, 1989).

Опыта промышленного выращивания ив на топливное сырье в России пока почти нет, но при необходимости оно может быть быстро налажено, так как есть хорошо апробированные современные технологии работ на ивовых плантациях для производства прута. Россия, имеющая огромные площади земель, неиспользуемых и непригодных для сельского хозяйства, вполне может задействовать их для новых древесных посадок.

Рекомендуемая литература

1. Плантационное лесоводство / И.В. Шутов, И.А. Маркова, А.Я. Омеляненко, М.В. Постников, Л.Н. Товкач, Р.В. Власов, Е.Е. Подшиваев, В.Г. Сергиенко. СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та. 2007. – 366 с.
2. Редько Г.И.. Биология и культура тополей. Л.: Ленингр. ун-т, 1975. – 175 с.
3. Штукин С.С. Ускоренное выращивание сосны, ели и лиственницы на лесных плантациях. – Минск :ИООО «Право и экономика», 2004. – 242 с.
4. ОСТ 56-90-86. Культуры плантационные лесные и площади для их закладки. Оценка качества. М., 1986. – 22 с.
5. Ускоренное производство деловой древесины ели и сосны на лесосырьевых плантациях. Практические рекомендации. СПб.: ЛенНИИЛХ, 1991 – 67 с.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные факторы успешного роста плантаций хвойных пород.
2. Какие породы рекомендуются для закладки лесосырьевых плантаций?
3. Назовите требования к подготовке площади под плантации.
4. Назовите требования к обработке почвы под плантации.
5. Назовите оптимальную густоту культур ели и сосны на плантациях 15-летнего возраста.

Глава 10. ИНТРОДУЦЕНТЫ В ЛЕСНЫХ КУЛЬТУРАХ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ

Многочисленные исследования и длительный производственный опыт показывают, что более продуктивными в лесных насаждениях и устойчивыми к неблагоприятным факторам среды являются лучшие наследственные формы местных пород. В то же время опыт интродукции – «переноса растений в новые природно-климатические условия за пределы

естественного ареала» (по Некрасову, 1980) свидетельствует о больших перспективах этого пути в улучшении продуктивности и качественного состава лесов, повышении их устойчивости к неблагоприятным антропогенным и техногенным воздействиям.

В настоящее время возможности лесной интродукции в России используются очень ограниченно. Более широко интродуценты применяют при озеленении. Интенсификация лесовыращивания, обуславливающая необходимость получения высоких запасов целевой древесины в сжатые сроки, требует особого внимания к ассортименту быстрорастущих пород, биологические свойства которых соответствуют экологическим условиям местообитания.

Ботанические сады накопили ценные данные и значительный опыт по интродукционному испытанию многих древесных растений в коллекциях. Однако эти результаты можно считать предварительными, так как они получены в отрыве от лесной среды, где устойчивость интродуцируемого вида всецело зависит от его конкурентоспособности в лесном сообществе. Именно практический опыт в лесу дает наиболее достоверные представления о возможностях интродукции.

Методические рекомендации по изучению лесных культур интродуцированных пород (Дроздов, Янгутков, 1984) указывают на необходимость дендрохроноклиматических исследований при изучении экзотов в новых для них климатических условиях. Очень важно обращать внимание на наличие и характер заболеваний, повреждений вредителями, взаимоотношение с окружающей растительностью (древесной, травяной, грибами-микоризообразователями и др.), животным миром.

Работы Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства были сосредоточены в Северо-Западном регионе России и преследовали цель – изучить возможности расширения ассортимента пород, годных для создания экологически устойчивых культур при ускоренном (плантационном) лесовыращивании. Исследования осуществлялись по трем направлениям:

- изучали научную литературу, обобщающую опыт интродукции;
- обследовали ранее созданные культуры пород-интродуцентов, декоративные посадки, географические культуры;
- закладывали культуры для сравнительных испытаний интродуцентов и аборигенных пород.

В качестве базовых использовали те технологии производства, которые обеспечивают оптимальный результат при создании культур ели европейской и сосны обыкновенной.

Посадочный материал выращивали в контейнерах на торфяном субстрате в летних теплицах с полиэтиленовым покрытием, так как исходили из положения, что дефицит семян интродуцентов (особенно перспективных климатипов) будет одним из факторов, сдерживающих внедрение.

Сосну скрученную, прошедшую предварительные испытания в условиях Карелии, и лиственницу европейскую выращивали в чистых культурах. Остальные породы (ели – белую, сербскую, ситхинскую, Энгельмана, черную, колючую; сосны – веймутову, кедровую сибирскую, румелийскую; пихты – сибирскую, бальзамическую, одноцветную, белую; лиственницы – польскую, Сукачева, японскую, даурскую; туи – гигантскую и западную; дуб красный) высаживали через два посадочных места с аборигенной породой (шаг посадки 0,8...1,0 м). Закладывали как крупноделяночные (площадью 0,2...0,5 га), так и мелкоделяночные опыты, в зависимости от наличия посадочного материала. Ниже приведены обобщенные результаты исследований.

10.1. Лиственница

Эта порода имеет тяжелую, устойчивую к сырости древесину, пользующуюся большим спросом на международном рынке. Ежегодно сбрасывает хвою, поэтому лучше переносит промышленные эмиссии по сравнению с другими аборигенными породами. В европейской части России лиственница сибирская образует естественные древостои лишь на севере и северо-востоке, а также в северном Предуралье. Однако уже со времен Петра Великого лиственница выращивается вне своего естественного ареала, как порода-интродуцент. История создания, агротехника выращивания и результаты многолетних исследований роста уникальных культур лиственницы в знаменитой Линдуловской роще (Выборгский район Ленинградской обл.) достаточно полно изложены в монографии Г.И. Редько и Эйно Мьялкёнена (2003). Изучение этих старейших в России и в Европе культур лиственницы сибирской (климатип – лиственница Сукачева) показало, что в оптимальных условиях на богатых дренированных почвах посадки этой породы имеют бóльшую продуктивность, чем ели и сосны. Особенно интенсивно лиственница растет первые 50...60 лет.

Последующими опытами с интродукцией лиственницы в условиях влажного и прохладного климата северо-запада России установлено (Лесосеменное районирование основных лесобразующих пород в СССР, 1982), что наиболее перспективными в этом регионе являются

лиственница сибирская (*Larix sibirica* Lab.) и *лиственница европейская* (*Larix deciduas* Mill.), в частности *польская* (*Larix polonica* Racib.).

Обследования, выполненные Санкт-Петербургским научно-исследовательским институтом лесного хозяйства в 1990...1995 годах, однако, показали, что к 50 годам из 9 ранее созданных в Ленинградской области насаждений лиственницы сибирской и европейской только три образовали устойчивый фитоценоз. Их состав 6Лц4Б или 7Лц2Е1Б. Насаждения располагаются на склонах с хорошо дренированными богатыми почвами. На участках, где имело место длительное переувлажнение почвы, а также при опоздании с проведением осветления и других рубок ухода, закрытые лиственничные ценозы не сложились: сохранились лишь отдельные деревья со слабым плодоношением и не всегда с достаточно устойчивыми стволами.

Средняя высота (Н) исследованных посадок лиственницы в 40 лет 15,1 м (диапазон колебаний среднего значения по участкам – 13,6...19,0 м). Средний диаметр на высоте груди ($D_{1,3}$) – 16 см (9,9...21,6 см). У лучших особей высота более 19 м, $D_{1,3}$ – 26...28 см, что на 20 % превышает данные по сосне обыкновенной в аналогичных условиях.

К 50-ти годам запас лиственницы составляет 290...380 м³/га и близок к запасам насаждений этой породы в Московской области (Тимофеев, 1977). В сравнении с данными по Прибалтике и Беларуси, где запас достигает 400...550 м³/га (Салиньш, 1977; Павес, 1964), производительность насаждений лиственницы в Ленинградской области существенно ниже.

Видимо, эти неудачи с интродукцией лиственницы в северо-западном регионе таежной зоны связаны с тем, что только 3...5 % площадей лесного фонда по почвенному плодородию и рельефу подходят для выращивания этой породы. Для массового производства культур требуется разработка технологии, обеспечивающей удовлетворение специфических потребностей лиственницы к аэрации и плодородию почвы, размещению и густоте культур, системе защиты от болезней и вредителей.

В настоящее время по плантационным технологиям выращивание лиственницы европейской осуществляется на 4-х участках в Ломоносовском, Волосовском и Сиверском лесхозах Ленинградской области.

Из табл. 7 видно, что 5-летние культуры лиственницы европейской из 2-летних семян в два раза выше посадок ели обыкновенной 4-летними саженцами и в 1,1...1,8 раза больше по среднему диаметру стволика. Четко прослеживается зависимость темпов роста лиственницы и сохранности

культур от качества посадочного материала: при посадке сеянцами второго сорта высота и диаметр стволика на 30 % меньше.

Подкормка минеральными удобрениями (N_{12} , P_{34} кг/га по д. в.), выполненная очаговым методом в мае второго года выращивания, вызвала задержание почвы, но достоверного положительного влияния на рост культур лиственницы не оказала. В 7-летних культурах лиственница на 0,8...1,0 м выше ели.

Есть основания полагать, что лиственница европейская является перспективной породой для ускоренного получения пиловочника. Она быстро растет с первых лет после посадки, существенно обгоняет аборигенные породы, отзывчива на улучшение агрофона. Высокое светлюбие лиственницы, обеспечиваемое редкой посадкой, проведением частых осветлений и разреживаний, хорошо сочетается с промежуточным сельскохозяйственным использованием при создании агролесокультур.

Оценка фитопатологического состояния обследованных и вновь заложённых насаждений лиственницы показала, что наиболее вредоносным заболеванием лиственницы является рак (*Lachnelulla wilkomii* Hart.), который паразитирует преимущественно на стволах, реже на ветвях. Кроме того, отмечены заболевание хвои, вызываемое грибом *Meria Iarieiy* Yull. (шютте лиственницы), а также корневая гниль, вызываемая опенком *Armillaria mellea* Karst. Гниль распространяется очагами и может наносить вред лиственничным культурам с семилетнего возраста. Из вредителей наиболее распространены *лиственничная моль* и *пилильщики*.

В наших опытных культурах количество повреждённых деревьев не превышало 5 %, поэтому специальные защитные мероприятия проводить не потребовалось.

10.2. Сосна

В Ленинградской и Новгородской областях было исследовано 6 видов сосны в лесных культурах 2...50-летнего возраста.

Сосна веймутова (*Pinus strobus* L.) в 40 лет имеет среднюю высоту 16...17 м, $D_{1,3}$ 23...26 см, у лучших экземпляров – 32 см. Как правило, посадки загущены и выполнены без обработки почвы. Насаждения страдают от вымокания и заглушения травяной и древесной растительностью, что не способствует образованию закрытого ценоза.

Таблица 7

**Показатели роста лесных культур при плантационном выращивании на грядах плуга ПШ-1 в эдатопе С₂
Ленинградской области**

Порода	Вид и сорт посадочного материала	Культуры 5 лет			Культуры 7 лет					
		Н, см	D ₀ , мм**	D ² H, см	Сохранность, %	Н, см	D ₀ , мм	D ² H, см ³	Прирост в высоту, см	
									6-й год	7-й год
Ель европейская	Саженьцы I	90±3	18,2±0,7	298	94	163±7	29±1,0	1371	29±1,1	44±1,7
Сосна обыкновенная	Сеянцы I	107±3	26,6±0,7	757	54	174±6	36±1,5	2255	27±5,8	30±1,8
Лиственница европейская	Сеянцы I	184±7	31,5±1,5	1826	70	313±12	49±2,5	7515	49±2,1	80±4,2
	Сеянцы II	149±6	21,4±1,1	682	37	266±14	39±2,9	4046	36±2,8	81±5,2

В 7-летнем возрасте на плужных грядках в эдатопе C_2 сосна веймутова отставала ($H=76\pm 4,8$ см, $D_0=15,3\pm 1,0$ мм) от сосны обыкновенной ($H=175\pm 6,9$ см, $D_0=32\pm 1,5$ мм), хотя внутривидовая и межвидовая конкуренция отсутствовали. Аналогичная ситуация имела место и в эдатопе D_2 , где превентивные уходы осуществлялись химическим способом. Это дает основание полагать, что рекомендовать использование сосны веймутовой на плантациях преждевременно, тем более что в агролесокультурах эта порода часто поражается ржавчиной пузырчатой (*Cronartium ribicola* Dietr.).

Сосна черная (*Pinus nigra* Am.) и **сосна Банкса** (*Pinus banksiana* Lamb.) в исследованном регионе не находят подходящей экологической ниши ввиду широкого распространения холодных глинистых почв в сочетании с влажным климатом. В 5-летнем возрасте показатели роста сосны черной существенно ниже, чем у сосны обыкновенной, сохранность посадок всего 25 %. В 40 лет $H_{cp.}$ – 5...6 м, $D_{1,3}$ – 8...9 см. В 29...40 лет насаждения часто распадаются. Сосна Банкса в молодом возрасте показывает высокую интенсивность роста, опережая даже сосну скрученную, но значительно уступает ей в сохранности.

Сосна румелийская (*Pinus peuce* Gris.) к 40 годам имеет высоту ствола 9,6 м, $D_{1,3}$ – 9,5 см при сравнительно высокой сохранности посадок. Однако сосна обыкновенная в аналогичных условиях растет быстрее интродукта ($H_{cp.}$ – 14 м, $D_{1,3}$ – 15 см).

Сосна кедровая сибирская (*Pinus sibirica* Rupr.) к 40 годам в трех исследованных насаждениях закрытого ценоза не образовала. Средняя высота культур – 12...13 м, $D_{1,3}$ – 16...29 см, плодоношение слабое, сохранность посадок 20...25 %. Сохранность 8-летних культур 30...68 %. Основной причиной отпада и угнетения роста посадок является подтопление водой и вымокание корней культур, которые плохо переносят недостаточную аэрацию почвы. Ослабленные в росте посадки подвергаются нападению насекомых и страдают от ветровала. Практика показала, что в условиях северо-запада таежной зоны сосну кедровую недопустимо сажать на переувлажненные почвы, тем более по целине, без микроповышений. Необходимо применять технологии, обеспечивающие защиту корней кедра от избыточного увлажнения в течение всей жизни древостоя, а не только в молодом возрасте.

Сосна скрученная или Муррея (*Pinus contorta* var. *latifolia* S. Watson) сочетает в себе ряд ценных биологических, анатомических и хозяйственных свойств, таких как морозо- и заморозкоустойчивость, сравнительная нетребовательность к теплу и плодородию почвы, устойчивость к снежному шютте, способность быстро накапливать фитомассу и давать ценную малосмолистую древесину.

Волокно имеет длину 2,3 мм, древесина легко поддается варке (с выходом целлюлозы 45...50 %) и отбеливанию. Но и неотбеленная целлюлоза имеет приятную окраску, тонкую волокнистость, большую крепость и пригодна для изготовления газетной, книжной и оберточной бумаги. Это единственная из всех видов сосен, которая подходит для сульфатного процесса. Опыт широкого разведения этой породы в Скандинавии, несмотря на имеющиеся неудачи (Karlman, 1988; Martinsson, 1989), свидетельствует о возможности увеличения продуктивности насаждений на 25 % и более при возрасте технической спелости 50...55 лет.

Опытные работы по плантационному выращиванию этой породы проводятся с 1982 года в подзоне средней (Карелия) и южной тайги (Ленинградская и Новгородская области). Объекты исследований: семена, сеянцы, саженцы и сравнительные культуры сосны скрученной. За период исследований была отработана технология выращивания посадочного материала сосны скрученной с открытой и закрытой в торфяной субстрат корневой системой. Сосна скрученная уже в однолетнем возрасте достоверно превосходит по высоте сосну обыкновенную. У 3-летних саженцев различия продолжают оставаться существенными (по массе надземной части и корневой системы превышения составляют 20...30 %). При выращивании сосны скрученной из семян плюсовых деревьев (Карелия) средняя высота саженцев была больше на 17 %, прирост – на 35 %, диаметр стволика – на 23 % (Раевский, 1992).

В табл. 8 представлены показатели роста 8-летних культур сосны скрученной, созданных в Карелии на осушенном переходно-осоковом болоте по пластам плуга ПКЛН-500 3-летними саженцами из теплиц с исходной густотой 2,4 тыс. шт./га (Раевский, 1997).

Таблица 8

Показатели роста культур сосны скрученной в Карелии

Вид, происхождение	Н, см	Прирост за последний год, см	D ₀ , см
Сосна обыкновенная (семена карельской репродукции)	294±4,4	49±0,8	7,2±0,13
Сосна скрученная (семена из Канады)	312±4,6	58±1,5	8,2±0,13

Сосна скрученная, в % к сосне обыкновенной	106	118	114
--	-----	-----	-----

Культуры сосны скрученной того же северо-американского климатипа, но выросшие в Ленинградской области на минеральных модергумусовых дренированных почвах (табл. 9), показали темпы роста, близкие к данным по Карелии, с сохранением преимуществ породы-интродуцента. Культуры были созданы на вырубке ельника кисличного посадкой 2-летними сеянцами ПМЗК.

Таблица 9

Показатели роста лесных культур в Ленинградской области

Порода	1 год			5 лет		10 лет		
	Приживаемость, %	Н, см	D ₀ , мм	Сохранность, %	Н, см	Н, м	D _{1,3} , см	D ² H, дм ³
Ель европейская	99	31	6,5	98	116	3,6	3,6	4,6
Сосна обыкновенная	89	26	5,1	84	131	4,6	7,5	25,7
Лиственница сибирская	95	41	6,9	95	не сохранились			
Сосна скрученная	82	32	8,0	79	199	4,6	7,3	24,2
Сосна веймутова	59	19	5,1	48	105	3,5	4,2	6,0
Псевдотсуга Мензиса	23	20	4,6	не сохранились				

Сосна скрученная вступает в период быстрого роста уже на 2...3 год после посадки, сосна обыкновенная - на пятый год. Начиная с третьего года выращивания, сосна скрученная дает августовский прирост верхушечных побегов у 50...70 % высаженных экземпляров. Величина этого прироста составляет 30...40 % общего удлинения терминального побега за вегетационный период, что оказалось очень существенным преимуществом в годы со сравнительно холодными вегетационными периодами.

На плужных пластах, где агрофон явно благоприятнее из-за лучшего прогревания почвы, сдваивания гумусового слоя и уменьшения зарастания травой, в первые годы показатели роста того и другого вида сосны

значительно выше (D^2H больше в 3...5 раз) по сравнению с целиной. В табл. 10...12 представлены данные А.В. Жигунова по росту культур разных пород.

В кислых условиях, где ель европейская растет хорошо, по объему ствола в первые 15 лет она все же будет в два раза меньше по сравнению с сосной скрученной, что очень существенно при выращивании той и другой породы на балансы.

Таблица 10

**Сохранность и параметры культур интродуцентов
на грядах плуга ПШ-1**

Порода	Культуры в 4 года			Культуры в 8 лет		
	Сохранность, %	H, см	D ₀ , мм	Сохранность, %	H, м	D _{1,3} , см
Ель европейская	100	57	10	100	2,1	1,7
Ель черная	91	70	13	90	2,7	2,4
Ель Энгельмана	86	36	7	82	1,0	0,9
Сосна скрученная	86	71	16	84	3,9	4,8
Лиственница европейская	28	138	24	25	4,0	3,9
Лиственница польская	79	155	24	53	4,7	5,6
Лиственница Сукачева	51	146	20	39	4,8	4,3
Лиственница японская	97	125	20	75	2,9	2,4
Лиственница охотская	75	127	17,7	45	3,0	3,0
Лиственница западная	25	93,3	10	25	2,0	1,1

Посадочный материал практически всех исследованных хвойных пород, за исключением кедровых сосен, можно выращивать, используя технологию для контейнеризированных сеянцев сосны обыкновенной и ели европейской, предложенную Санкт-Петербургским научно-исследовательским институтом лесного хозяйства.

Таблица 11

**Сохранность и параметры культур интродуцентов
(гряды плуга ПШ-1, 2-летние контейнеризированные сеянцы)**

Порода	Культуры в 5 лет			Культуры в 12 лет		
	Сохран- ность, %	Н, см	D ₀ , мм	Сохран- ность, %	Н, м	D _{1,3} , см
Сосна обыкновенная	96	151	38	91	4,7	6,1
Сосна скрученная	92	115	26	90	4,8	6,6
Ель европейская	99	93	21	98	2,4	2,2
Ель черная	91	126	23	89	4,2	5,5
Ель Энгельмана	83	60	17	сильно повреждена		
Ель Шренка	44	24	7	сильно повреждена		
Ель ситхинская	27	32	7	погибла вся		
Ель белая	100	54	15	сильно повреждена		
Ель колючая	32	49	12	сильно повреждена		
Пихта грандиозная	35	36	10	сильно повреждена		
Псевдотсуга Мензиса	87	53	12	сильно повреждена		
Лиственница сибирская	76	101	14	сильно повреждена		
Лиственница западная	30	76	8	погибла вся		

Таким образом, в настоящее время в условиях северо-запада России наиболее подходящими для выращивания по промышленным интенсивным технологиям можно считать две породы: лиственницу европейскую (на пиловочник) и сосну скрученную (на балансы). Используя эти интродуценты, можно повысить производительность земель лесного фонда и получить целевую древесину на 20...30 лет раньше по сравнению с аборигенными породами.

Таблица 12

**Сохранность и параметры культур интродуцентов во Врудском лесничестве Волосовского лесхоза
(гряды плуга ПШ-1, 2-летние контейнеризированные сеянцы)**

Вид, происхождение посадочного материала	Объем корнезакры- вающего кома, л	Культуры в 5 лет					Культуры в 9 лет					
		Сохран- ность, %	Н, см	D _{1,3} , мм	Прирост за 5-й год, см	D ² H, см ³	Сохран- ность, %	Н, см	D _{1,3} , мм	Прирост, см		D ² H, см ³
										8-й год	9-й год	
Посадка по пластам плуга ПКН-0,6												
Сосна обыкновенная (семена местные)	0,4	84	158±4	11,6±1,3	32	213	84	420	54	69	72	12247
	0,7	90	171±3	17,6±0,7	33	530	-	-	-	-	-	-
Сосна скрученная (семена из Канады)	0,4	94	165±3	15,1±0,9	39	376	91	469	59	85	100	16326
	0,7	91	192±4	19,4±0,4	49	723	-	-	-	-	-	-
Ель европейская (семена местные)	0,4	-	-	-	-	-	89	386	37	77	83	5284
Посадка по целине												
Сосна обыкновенная	0,4	68	138±6	6,1±1,6	35	51	-	-	-	-	-	-
Сосна скрученная	0,4	83	146±7	8,5±1,5	41	106	-	-	-	-	-	-

Рекомендуемая литература

1. Болотов Н.А. Теория, практика и прогноз интродукции лесообразующих пород на территории бывшего СССР.: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук, СПб., 1992. - 25 с.
2. Крестьяшин М.И., Рассохин А.Н., Кузнецов А.Н. Хвойные экзоты как главные породы на юго-западе Карелии // Вопросы лесоустройства, таксации и экономики лесного хозяйства: Сб. науч. тр. ЛенНИИЛХ. - Л., 1973 - С. 25-42.
3. Маркова И.А., Жигунов А.В. Интродуценты в лесных культурах на Северо-Западе России. Биологическое разнообразие. Интродукция растений. СПб.: БИН, 1999. - С. 217-219.
4. Хохляк В.С. Лесные быстрорастущие экзоты. - М.: Лесная пром-сть, 1981. - 224 с.

Контрольные вопросы

1. Какие интродуценты могут быть использованы при закладке лесосырьевых плантаций?
2. Что является причиной неудач с интродукцией сосны сибирской кедровой?
3. Какие климатические факторы ограничивают интродукцию многих хвойных пород в условиях Северо-Запада России?
4. Что значит интродукция?
5. Что ограничивает интродукцию лиственницы на северо-запад РФ?

Глава.11. СОЗДАНИЕ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР НА ТЕРРИТОРИЯХ С РАДИОАКТИВНЫМ ЗАГРЯЗНЕНИЕМ

После аварии в 1986 году на Чернобыльской атомной электростанции (Украина) радиоактивному загрязнению подверглись 16 областей России: Брянская, Белгородская, Воронежская, Калужская, Курская, Ленинградская, Липецкая, Нижегородская, Орловская, Пензенская, Рязанская, Смоленская, Саратовская, Тамбовская, Тульская, Ульяновская и Республика Мордовия. Это делает актуальной задачу по снижению радиационной опасности на указанных территориях.

11.1. Естественный и техногенный радиационный фон

Все живые организмы на Земле находятся под воздействием радиационного фона, который складывается из двух составляющих – естественного и техногенного.

Радиация постоянно наполняет космическое пространство, а радиоактивные вещества входят в состав Земли. Естественный радиационный фон создают долгоживущие (с большим периодом полураспада) радиоактивные элементы. Сейчас известно более 300 естественных радионуклидов.

Внешнее облучение людей, обусловленное излучением естественных радионуклидов, определяется их содержанием в почве и горных породах. Основной вклад в дозу вносит калий с атомной массой ^{40}K (2,5 % состава земной коры). Кроме того, радиационный фон пополняется продуктами распада естественных радионуклидов трех радиоактивных семейств – урана, актиния и тория, конечными продуктами распада которых являются изотопы свинца.

Среди радионуклидов космического происхождения в формировании естественного радиационного фона важны также тяжелый водород, углерод, бериллий, натрий.

Годовая поглощенная доза от внешнего ионизирующего излучения в среднем составляет 0,60 мГр (миллигрей). Она минимальна в Севастополе – 0,40 (сказывается близость моря) и максимальна в Алма-Ате – 1,60 мГр. С удалением от поверхности Земли интенсивность космического излучения возрастает (Мурахтанов, Кочегарова, 1995).

Основную дозу *внутреннего облучения* формируют калий-40 (^{40}K), полоний, радий и продукты его распада. Вклад калия в дозу внутреннего облучения превышает 50 % (максимальное содержание отмечено в бобах, какао, соевой муке). Следует иметь в виду, что курение приводит к увеличению поступления полония в организм примерно в 1,5 раза, а в легкие – в 2,5 раза. По оценкам Международной комиссии по радиологической медицине для регионов с нормальным радиационным фоном - 0,67 мЗв (миллизиверт) в год средняя мощность экспозиционной дозы гамма-излучения природного фона варьирует в пределах 8...14 мкР (микрорентген) в час (Марадудин, Панфилов, Шубин, 2001).

Техногенные источники могут создавать 2...3-кратное увеличение радиационного фона по сравнению с естественным. Это происходит за счет радиоактивных продуктов, образующихся при сжигании угля, газа, в процессе аварийных выбросов на ядерных установках, при ядерных испытаниях, использовании фосфорных удобрений, утечке радиоактивных отходов, большом применении рентгенодиагностики, полетах на самолетах и др.

Среднее содержание гамма-излучающих изотопов (г-экв. радия в 10^6 т породы) в строительных материалах составляет: бетон – 4,5...42,0, кирпич – 7,9, цемент – 2,8, известь – 0,65, дерево – 0,10.

Вулканы могут выбрасывать в атмосферу радий, торий, полоний, свинец, калий, и они потенциально очень опасны. Атомные электростанции в случае аварии загрязняют атмосферный воздух углеродом с атомной массой 14, водородом с атомной массой 3, йодом-131, стронцием-90, цезием-137, йодом-129, кобальтом-58 и 60, железом -55 и 59, цинком-64, серебром-110, хромом-51,85 и 134, натрием-22 и 24, а также

другими элементами. Особое место занимает радиоактивный, который имеет короткий период полураспада (8,85 суток) и может накапливаться в щитовидной железе.

Средняя годовая доза облучения человека от техногенных источников составляет около 200...300 мбэр (она больше у городского, чем у сельского населения). Таким образом, каждый житель Земли в результате воздействия естественного и техногенного радиационного фонов получает в среднем в год суммарную радиационную дозу равную 300...500 мбэр.

11.2. Поражение и пострadiационное восстановление в природных биогеоценозах

Радиоактивное загрязнение лесных экосистем имеет место, в основном, при крупных радиационных катастрофах. У 2/3 общего числа изотопов-продуктов распада урана – период полураспада длится менее одного дня, поэтому они практически не представляют опасности для загрязнения почвенно-растительного покрова. С течением времени в смеси продуктов деления тяжелых ядер урана и плутония начинают преобладать долгоживущие радионуклиды, в частности, стронций-90 и цезий -137. Оба изотопа отличаются высокой биологической активностью и способностью к миграции по кормовым и пищевым цепочкам. При внекорневом пути поступления наиболее подвижен цезий-137. Стронций-90 легко поступает в древесные растения из почвы по корневому пути.

Растительный покров является хорошим фильтром для оседающих из воздуха радиоактивных аэрозолей. С увеличением температуры окружающего воздуха и усилением освещенности радиационное поражение заметно (до 50 %) возрастает, поэтому наиболее радиочувствительными периодами года являются весна и раннее лето (разница в радиорезистентности достигает двух раз и более).

Самыми устойчивыми к радиации оказались семена растений из регионов с жарким засушливым климатом. Наиболее чувствительны – семена из регионов с влажным и умеренно теплым климатом. У лиственных пород генеративные органы более устойчивы к облучению, чем у хвойных. Полагают, что устойчивость семян к облучению формировалась в процессе эволюции не как специфическая реакция организма на радиацию, а как универсальная реакция на неблагоприятные факторы среды и, прежде всего, дефицит воздушной влаги. В связи с этим, чем шире ареал вида и выше его пластичность, тем больше и радиационная устойчивость. В небольших дозах облучение может вызвать даже стимуляцию грунтовой всхожести семян и роста сеянцев.

С генетической точки зрения мутации особей, имеющие место при систематических радиоактивных излучениях, ведут к увеличению изменчивости признаков и адаптации популяций к вновь создавшимся условиям.

Повышенное облучение получают почки растений, расположенные в верхнем слое почвы, а также животные, обитающие в лесной подстилке и верхнем, подстилающем ее горизонте. Облучение в низкой (100...500 рентген) дозе может усиливать устойчивость растений к воздействию неблагоприятных факторов.

По мере приближения к источнику излучения хвойно-лиственные леса сменяются лиственными (хвойные погибают), далее идет кустарниковое сообщество (не выдерживают древесные породы), затем осоковая ассоциация, и, наконец, лишайниковые синузии (все высшие растения погибают).

Восстановление растительности в облученном тропическом лесу идет быстрее, чем в лесу умеренной зоны. Это связано с высокими темпами роста растений в тропиках. Наиболее устойчивы к радиации пустынные, затем степные биогеоценозы. Далее по мере убывания устойчивости следуют тропические дождевые леса, смешанные леса умеренной зоны и хвойные леса.

Восстановление лесных сообществ идет через вегетативное размножение (почва служит экраном), которое начинается через 1...2 года после облучения. Через два года у березы и сосны появляются боковые побеги, а через 8...10 лет надземные и подземные части дерева приходят в соответствие. Сохранившиеся деревья не плодоносят после облучения несколько лет. Кроны древесных растений усыхают или сильно повреждаются при величине поглощенной дозы 130 Гр и более.

Установлен средний экологический предел поглощенной дозы для лесных экосистем хвойного леса – 30 Гр/год, лиственного – 300 Гр/год. Необходимо подчеркнуть, что хвойные леса являются наиболее радиочувствительным наземным природным сообществом. Для других экосистем экологический предел дозы в десятки раз выше. Общей закономерностью является то, что при летальных, а часто и сублетальных дозах из экосистем выпадает наиболее радиочувствительный вид и происходит смена пород. Если загрязнение произошло в осеннее-зимний период, то различия между поражением сосны и березы могут достигать 2000 % в связи с уменьшением задерживающей способности крон деревьев, находящихся в не облиственном состоянии.

Таким образом, к лесным экосистемам с относительно коротким (до 30 лет) периодом восстановления экологических и социально-экономических функций можно отнести степную и лесостепную

растительные зоны. Среднесрочный период восстановления (30...60 лет) характерен для широколиственной и хвойно-широколиственной лесорастительных зон. Лесные экосистемы с долгосрочным периодом восстановления (свыше 60 лет) классифицируются как радиоэкологически неустойчивые, и они представлены широко распространёнными в России таёжными лесами (Романов и др., 2006).

Наиболее интенсивно очищаются от радионуклидов хорошо продуваемые и промываемые лиственные леса. Первый листопад снижает радиоактивное загрязнение крон в 5 раз. В лесную подстилку, а затем и в почву перемещается до 95 % радионуклидов, где они прочно фиксируются. Почва становится длительно действующим источником поступления радионуклидов в лесные ресурсы по корневому пути.

Установлено, что при прочих равных условиях наиболее радиационно-чистой является древесина. В первые 10 лет после аварии отмечалась высокая загрязненность коры. В последующие годы основную роль стал играть корневой путь поступления радионуклидов. В.А. Ипатьев, В.Ф. Багинский, И.М. Булавик и др. (1999) отмечают, что процесс накопления радионуклидов цезия сильнее выражен в молодых насаждениях. В гидроморфных ландшафтах корневое поступление в древесную и травянистую растительность в 10...20 раз выше, чем в автоморфных. Наибольшей способностью концентрировать радионуклиды отличаются мхи и грибы. Содержание цезия-137 в грибах, лесных ягодах, лекарственных растениях и мхах находится в прямой зависимости от плотности радиоактивного загрязнения почвы.

Максимум выноса радионуклидов из верхних слоев почвы приурочен к летним месяцам ввиду повышенной биологической активности почвы и количества атмосферных осадков в этот период.

При аэральном загрязнении листья, хвоя и апикальная меристема сильнее повреждаются в нижней и средней части крон (Марадудин и др., 2001). Верхние побеги сохраняют свою жизнеспособность при усыхании до 95 % крон. Это обусловлено относительно быстрым очищением верхней части крон от радионуклидов под действием ветра и атмосферных осадков. Наименее устойчивы к радиоактивным выпадениям деревья III...IV классов Крафта. Критическими для всходов, сеянцев и саженцев древесных пород являются первые 2...3 года. Если к этому сроку молодые растения не погибают, то в дальнейшем они дают полноценный прирост.

11.3. Особенности лесовосстановления на загрязненных радионуклидами территориях

После Чернобыльской аварии существенное загрязнение получили

3,5 млн. га лесов Украины, Беларуси и России. На многие десятилетия осложнилось использование этих площадей. Деревья в «рыжем» лесу к северу от Чернобыля, погибшие вследствие аварии, были срублены и захоронены на месте. Леса вблизи АЭС и в 30-километровой зоне служат источником существенного загрязнения биосферы. Радиоактивные вещества проникли в почву на глубину 10 см. Самоочищение лесных территорий происходит медленно. На многих площадях радиоактивность превышает допустимые нормативы, поэтому здесь необходим особый долговременный режим хозяйства и землепользования.

Государственными органами управления лесным хозяйством Российской Федерации в 1991...1994 гг. в результате наземного поквартального радиационного обследования выявлено, что радиоактивному загрязнению при аварии на Чернобыльской АЭС подвергся лесной фонд Министерства природных ресурсов РФ на площади 958,7 тыс. га. Для всех площадей составлены карты-схемы М 1:100 000 с поквартальной окраской по зонам загрязнения почвы. Учитывая динамический характер перераспределения радионуклидов в лесных экосистемах, установленные при первом обследовании границы зон радиоактивного загрязнения лесного фонда нуждаются в последующем уточнении.

Правовые основы обеспечения радиационной безопасности населения определяются в нашей стране Федеральным законом «О радиационной безопасности населения» (1996). Установлены следующие гигиенические нормативы (допустимые пределы доз) облучения на территории РФ: для населения средняя годовая эффективная доза равна 0,001 Зв (зиверт) или эффективная доза за 70 лет – 0,07 Зв. Для физических лиц, которые работают непосредственно с источниками ионизирующих излучений, средняя годовая эффективная доза равна 0,02 Зв или допустимая доза за период трудовой деятельности в 50 лет – 1 Зв (100 бэр). Регламентируемые дозы не включают в себя облучения естественным и техногенно измененным радиационным фоном, а также дозы, получаемые гражданами при проведении рентгенорадиологических процедур.

В лесу радионуклиды многие годы остаются на поверхности, концентрируясь в подстилке, поэтому при одинаковой плотности загрязнения мощность экспозиционной дозы в лесу значительно выше, чем на сельскохозяйственных угодьях. Доза внутреннего облучения от ингаляционного поступления пыли может составлять 5...10 % дополнительно к дозе внешнего облучения. Радиоактивные вещества могут вызвать местное облучение кожной поверхности, особенно в подмышечной и паховой областях.

В зависимости от плотности радиоактивного загрязнения цезием-137 было выделено 4 зоны. По данным на 2000 г. (Марадудин и др., 2001) значения мощности экспозиционной дозы (МЭД) по установленным зонам следующие:

I. Плотность загрязнения 1...5 Ки /км² (подзоны А – 1...2, Б – 2...5 кюри/км². МЭД достигают 30...35 мкР/ч. Зона проживания с льготным социально-экономическим статусом.

II. Плотность загрязнения 5...15 Ки /км². МЭД варьируют от 25...30 до 60...80 мкР/ч. Зона проживания с правом на отселение, получение компенсаций и льгот.

Общая площадь I и II зон - около 85 % загрязненной территории.

III. Плотность загрязнения 15...40 Ки /км². МЭД достигают 140...150 мкР/ч. Зона отселения граждан.

IV. Плотность загрязнения свыше 40 Ки/км². МЭД превышает 120...130 мкР/ч, достигая в отдельных кварталах 680...700 мкР/ч. Запрещается постоянное проживание населения, ограничиваются хозяйственная деятельность и природопользование.

Существенного превышения потока бета-частиц над естественными величинами в лесах чернобыльской зоны России в 90-е годы не наблюдалось, что связано с относительно небольшим количеством стронция-90, попавшим при аварии в лесной фонд Российской Федерации.

Облесение позволяет существенно улучшить экологию загрязнённых радиоактивными веществами территорий, особенно на землях бывшего сельскохозяйственного пользования, так как переводит значительную часть поверхностного стока загрязнённых вод во внутрипочвенный, снижает скорость ветра и уменьшает перенос радионуклидов вместе с пылевидной частью почвы, не покрытой растительностью.

Лес на многие годы обеспечивает экономически выгодное использование больших площадей с минимальным привлечением рабочей силы. Смешанные леса снижают общую пожароопасность и связанную с ней возможность перехода радионуклидов в дымовые аэрозоли, которые вызывают вторичное загрязнение сопредельных территорий.

Указанное выше радиоактивное загрязнение почв не является препятствием для роста и развития древесных пород. Ограничения при лесовосстановлении обусловлены необходимостью обеспечить радиационную безопасность работающих, что не всегда позволяет выполнить лесокультурные требования по оптимизации условий роста лесопосадок.

Регламентация ведения лесного хозяйства по зонам радиоактивного

загрязнения – одно из наиболее важных направлений в системе защитных мероприятий.

В I и II зонах закладка и выращивание лесных культур ведутся в соответствии с действующими Наставлениями. Рекомендуются крупномерный посадочный материал, применение удобрений, выращивание смешанных по составу хвойно-лиственных насаждений.

В III зоне эрозионно-опасные участки и пахотные земли, не перспективные для сельскохозяйственного производства, а также непокрытые лесом земли лесного фонда подлежат облесению. На пойменных лугах, сенокосах, пастбищах и мелиорированных землях лесоразведение не рекомендуется.

В IV зоне под естественное зарастивание идут все категории земель.

Радиоактивное загрязнение почв требует особого подхода к технологиям работ, поэтому для создания лесных культур разработаны специальные технологические контрмеры, целью которых является обеспечение условий облесения без ущерба для здоровья работающих и окружающей среды.

11.4. Технологические контрмеры

При наличии плодоносящих опушек леса или отдельно растущих деревьев следует использовать обсеменительную способность этих объектов с принятием мер по содействию естественному возобновлению древесных пород. Способ минерализации почвы при этом выбирается в зависимости от типа условий местопроизрастания и степени задернения участка.

На подлежащих облесению участках с достаточным и равномерным естественным возобновлением древесных пород (более 2 тыс. шт./га) мероприятия по содействию естественному лесовозобновлению не проводятся и лесные культуры не создаются.

Все прочие участки земель при отсутствии или недостаточном возобновлении древесных пород облесаются искусственно путём посадки хозяйственно-ценных древесных пород в соответствии с условиями их произрастания и плодородием почвы. Посев древесных пород допускается лишь на слабо зарастающих сорняками обработанных землях с обязательной заделкой семян в почву.

При создании культур предусматривается необходимый минимум производственных операций, обеспечивающий сокращение затрат труда, времени пребывания работающих на лесокультурных площадях и возможности повторного переноса радионуклидов почвы с пылью. На лесокультурной площади не разрешается выжигание травяного покрова.

Механическая обработка почвы проводится плугами в минимальном объеме, при отсутствии острой необходимости в рыхлении или спуске воды вспашка не выполняется.

Посадка культур осуществляется автоматическими машинами типа САБ-1. В условиях слабого и среднего задержания почв возможно совмещение посадки с обработкой почвы. Сокращение затрат труда и времени работающих на посадке достигается уменьшением исходной густоты культур за счет использования укрупненного посадочного материала. Критическими для сеянцев и саженцев являются первые 2...3 года после посадки. Если к этому сроку молодые растения не погибают, то в дальнейшем они дают полноценный прирост. Перешколенные саженцы значительно устойчивее сеянцев. Защита корневых систем торфобрикетами и отгребание от растений наиболее загрязненной радионуклидами подстилки позволяет увеличить возможности лесовосстановления (Ушаков и др., 1990).

Технологическими процессами не предусматривается проведение механических уходов за культурами, как ведущих к распылению почвы и переносу радионуклидов. Отказ от уходов должен компенсироваться применением более крупного и качественного посадочного материала.

Регламентирование производства работ по сезонам года и погодным условиям связано с состоянием радиационной обстановки в эти периоды. Выявлено, что устойчивый снежный покров снижает мощность дозы гамма-излучения на 45 %. При увлажнении почвы до уровня полной влагоемкости мощность экспозиционной дозы гамма-излучения уменьшается на 25 %. Кроме того, в зимний период и влажную погоду уменьшается риск внутреннего облучения через органы дыхания. Эти факторы надо учитывать при планировании разных видов рубок и разреживания культур.

Лица, работающие на обработке почвы, посадке лесных культур и уходе за ними в зоне с плотностью загрязнения 15...40 Ки /км² по оплате труда относятся к категории В.

Для подготовки необходимой документации за год до начала лесокультурных работ подобранные участки полей или земель лесного фонда обследуются. Облесяемый массив разбивается на однородные по условиям местопроизрастания участки, на каждый из которых составляется проект лесных культур или мер содействия естественному возобновлению.

Выполняется *радиационное обследование* участков и оформляется Акт радиационного обследования облесяемых земель (форма 1).

В состав работ входят: измерение МЭД гамма-излучения и плотности потока бета-частиц на участке, расчет плотности радиоактивного загрязнения.

На основании акта радиационного обследования комиссией, в составе представителей службы лесного хозяйства и Государственного санитарного надзора, составляется **Санитарный паспорт** (форма 2), в котором по выделю (по однородным участкам) указываются:

- радиационная обстановка (мощность экспозиционной дозы гамма-излучения и плотность радиоактивного загрязнения почвы);
- требуемые условия и средства обеспечения радиоактивной безопасности для персонала;
- предельно допустимая продолжительность работы на конкретном участке работ;

Санитарный паспорт является документом, дающим право на проведение работ. К началу работ администрация предприятия обязана:

- назначить приказом по предприятию лиц, ответственных за радиационную безопасность и обеспечить их соответствующую подготовку;
- определить перечень лиц, которые будут заняты на облесении земель, загрязнённых радионуклидами, и обеспечить прохождение ими обязательного медицинского обследования, соответствующего обучения и инструктажа;
- разработать и утвердить инструкции по охране труда и радиационной безопасности для каждой технологической операции. Результаты проверки знаний по технике безопасности заносятся в **Журнал регистрации инструктажа на рабочем месте**.

До начала облесительных работ на каждую технологическую операцию оформляется **Наряд-допуск** (форма 3) с обязательной росписью руководителя работ и лиц, допущенных к работам, об ознакомлении с правилами охраны труда и радиационной безопасности. При проведении облесительных работ запрещается выполнение операций, не предусмотренных в наряде-допуске, инструкциях по охране труда и радиационной безопасности, кроме случаев по предотвращению аварий, тушения пожаров и других обстоятельств, угрожающих здоровью рабочих.

**АКТ № _____
радиационного обследования облесяемых земель**

« _____ » _____ 200 г. г. (г.п.) _____

Дата обследования _____

Лесничество _____

Выдел _____

Вид лесохозяйственной деятельности _____

Категория площади (насаждение, прогалина, вырубка, гарь, ветровал, пашня, луг, выгон и др.) _____

Тип условий местопроизрастания _____

Диапазон гамма-фона на участке, мкР/ч _____

Плотность загрязнения почвы на лесосеке, Ки/км² _____

Содержание радионуклидов цезия в почве

№№ п./п.	Наименование участка	Радиационная обстановка		Примечание
		МЭД, мкР/ч	Плотность загрязнения, Ки/км ²	

Заключение

Директор лесхоза

Подпись

Ф.И.О.

М.П.

Лесничий

Подпись

Ф.И.О.

Инженер-радиолог

Подпись

Ф.И.О.

Форма 2

**Санитарный паспорт
на проведение работ на территориях, загрязнённых радиоактивными веществами**

1. Предприятие _____

полное наименование

2. Подразделение предприятия, получающее паспорт _____

наименование, подчинённость в структуре предприятия, адрес и телефон

3. Должностное лицо, ответственное за радиационную безопасность на объекте _____

должность, № и дата приказа

4. Разрешаются работы на территории, загрязнённой радиоактивными веществами:

№ п./п.	Вид и характер работы	Участок	МЭД, мкР/ч	Контрольная продолжительность работы, часов	Ограничительные условия

5. Санитарный паспорт выдан на основании _____

(акты обследования с указанием номеров и дат)

6. Санитарный паспорт действителен до « ____ » _____ 20 ____ г.

Главный государственный
санитарный врач района _____

Ф.И.О.

М.П.

Дата выдачи санитарного паспорта « ____ » _____ 20 ____ г.

Исполнитель:

Ф.И.О., должность

Исполнено: в _____ экз. Вручено:

№ п./п.	Предприятие	Дата	Отметка о вручении (подпись)

Форма 3
Без технологической карты
недействителен

Руководитель предприятия

« ____ » _____ 20 ____ г.

НАРЯД – ДОПУСК

на проведение радиационно-опасных работ по технологической
карте № _____ от « ____ » _____ 200 ____ г.
(действителен на время работ на данном участке)

1. Сроки проведения работ _____

2. Место проведения работ _____

3. Исполнитель _____

4. Должность, Ф.И.О. ответственного руководителя работ по наряду–допуску _____

5. Данные радиационного контроля (РК) до начала работ _____

6. Мероприятия по обеспечению радиационной безопасности (РБ) _____

7. Ответственный за радиационный контроль на объекте _____

(должность, Ф.И.О.)

8. С условием работ ознакомлен, наряд-допуск и инструктаж РБ по технологической карте применительно к данной работе получил _____

(подпись ответственного руководителя работ)

9. Инструктаж по РБ получили

№ п./п.	Фамилия имя, отчество исполнителей	Должность, профессия	Роспись в получении инструктажа	Роспись инструктирующего	Данные индивидуального дозиметрического контроля

10. К работе приступили « ____ » _____ 20 ____ г.

11. Работа завершена « ____ » _____ 20 ____ г.

Ответственный руководитель работ

Дозиметрист

Ответственный за радиационный контроль

Работы по облесению зараженных радионуклидами земель должны проводиться ранней весной или поздно осенью по влажной почве, желательно в безветренную погоду. Передвижение рабочих осуществляется по бороздам, так как в них гамма-фон самый низкий. В бороздах производится также прикопка посадочного материала и хранение инструмента.

Работающих подвозят к месту работ специально оборудованным автотранспортом. Перед подачей на посадку в салонах или крытых кузовах должна производиться влажная уборка.

На объекте работ устраивается защищённая от ветра и очищенная от верхнего (5 см) слоя почвы площадка, так как подстилка остается самым радиоактивно-загрязненным компонентом лесных экосистем. В минеральную толщу почв к настоящему времени мигрировало от 10...15 до 30...35 % радионуклидов. На подготовленной площадке производится приём пищи, переодевание в рабочую одежду и наоборот. Эта операция может проводиться и в специально оборудованной комнате лесничества. На площадке устанавливаются стол и стулья для зарядки кассет посадочной машины сеянцами в торфяном субстрате.

При ручной посадке сеянцы и саженцы с открытыми корнями развозят по лесокультурной площади и прикапывают в бороздах, так чтобы переходы за посадочным материалом были не более 100 м.

Радиационный контроль при облесении загрязнённых радионуклидами земель включает:

- контроль мощности экспозиционной дозы (МЭД) в зоне проведения работ, отдыха, приёма пищи, санитарно-бытовых помещениях, кабинах трактора и автомашин, салонах транспортных средств;
- контроль за уровнями загрязнения радионуклидами и эффективностью дезактивации рабочих поверхностей машин, транспортных средств, рабочего инвентаря, спецодежды;
- индивидуальный контроль за загрязнением радионуклидами кожных покровов работающих (постоянно);
- индивидуальный контроль за поступлением и содержанием радиоактивных веществ в организме работающих с помощью счётчиков излучения;
- индивидуальный учёт фактического времени выполнения работ и соответствия его значениям предельно допустимой продолжительности работы по каждому диапазону – МЭД.

Ответственность за организацию радиационного контроля возлагается на администрацию предприятия, а его проведение – на руководителя работ. Радиационный контроль в процессе подготовки и выполнения конкретных технологических операций осуществляется

руководителем работ в соответствии с Санитарным паспортом, Нарядом-допуском и Технологической картой. Для исключения возможности переоблучения персонала при облесении загрязнённых земель вводится ограничение времени работы на них, которое обеспечивается соблюдением предельно допустимой продолжительности работы (ПДПР) – это продолжительность работы (в часах за год), в течение которой доза облучения не превышает значения 1 мЗв.

Для каждого работника, занятого на работах, где МЭД превышает 70 мкР/ч, проводится расчёт рабочего времени за год с тем, чтобы оно не превышало предельных величин. В случае достижения ПДПР работники переводятся на работы, не связанные с воздействием радиоактивного излучения.

Для снижения дозы облучения до возможно более низкого уровня применяются средства индивидуальной защиты (СИЗ) – комплекты спецодежды и респираторов, регулярное умывание перед приёмом пищи и после окончания работы. Ношение после работы, вынос, хранение, стирка спецодежды и других СИЗ по месту жительства запрещаются.

Дезактивация техники проводится на специально отведённых для этих целей местах. Рекомендуется использовать механизированную мойку. Она осуществляется от менее к более загрязнённым радиоактивными веществами местам. Рабочий инструмент и инвентарь, используемый при облесении, должен быть промаркирован. Использование его вне зоны радиоактивного загрязнения допускается только с разрешения службы радиационной безопасности.

11.5. Особенности лесопользования

На накопление радионуклидов в лесной продукции влияют: видовая принадлежность, условия произрастания, состав радиоактивных выпадений. Наименьшим загрязнением отличаются древесина и продукты ее переработки: скипидар, живица, обрезной пиломатериал (содержание радионуклидов не превышает санитарных норм). В коре, горбыле и древесном угле содержание радионуклидов возрастает в несколько раз.

По данным Е.М. Романова и др. (2006), максимальное накопление радиоцезия отмечено у дуба, достаточно высокое – у липы мелколистной, осины, ольхи черной и серой. Минимальное поступление цезия-137 характерно для берёзы повислой и сосны обыкновенной.

Древесина сосны может использоваться в хозяйственных целях без ограничений при загрязнении до 15 Ки/км², а с некоторыми ограничениями – до 40 Ки/км². Ограничения на березовую древесину вводятся при плотности загрязнения 10...40 Ки/км². Лишь через 60...80 лет

концентрация стронция может существенно уменьшиться.

Наибольшим загрязнением характеризуются кора деревьев, затем по мере убывания идут листья деревьев и кустарников, ягоды и травы. В грибах цезия-137 накапливается в десятки раз больше, чем в древесине, что служит причиной ограничения их сбора. Грибы вбирают радиоактивные частицы из почвы, как губка. При плотности загрязнения более 5 Ки/км² заготовка грибов и другой пищевой продукции в лесах полностью запрещена. Радиационный контроль обязателен даже при слабом загрязнении (1...2 Ки/км²), так как и здесь возможно превышение допустимых уровней. Даже в зонах с плотностью загрязнения менее 0,5 Ки/км² содержание цезия в плодовых телах грибов может превышать допустимый уровень в 2...3 раза.

По интенсивности накопления цезия грибы делятся на 3 группы: слабонакапливающие (опенок осенний), средненакапливающие (белый гриб, лисичка, подосиновик, шампиньон лесной) и сильнонакапливающие (масленок, сыроежка, груздь, волнушка, моховик). Промывание грибов в подсоленной воде перед приготовлением снижает содержание цезия в них.

Высоким содержанием радионуклидов отличаются также такие нецветковые растения, как различные виды мхов, папоротников, плаунов. Мох не следует использовать в жилищном строительстве, так как после его сгорания образуется зола с уровнем активности, превышающим норматив на радиоактивные отходы.

Во время заготовки трав уже при плотности загрязнения цезием-137 1...2 Ки/км² необходимо осуществлять радиационный контроль, а сбор наиболее накапливающих радионуклиды видов (багульник, толокнянка и др.) следует запретить. Ягоды земляники, чаще произрастающей на дренированных почвах, содержат гораздо меньше радионуклидов, чем черники, брусники и клюквы.

Использование древесины на топливо и золы на удобрение разрешается лишь на территории с плотностью загрязнения до 5 Ки/км². Пастьба скота производится при плотности загрязнения до 5 Ки/км² и высоте травы более 10 см. Охота здесь допускается по действующим правилам.

В лесах III зоны используется лишь окоренная древесина. Кору оставляют на лесосеке. Высокая загрязненность коры хвойных пород объясняется более высокими сорбирующими свойствами коркового слоя хвойных. Рубят лес при снежном покрове. Рубки ухода и заготовка пищевых продуктов запрещены. Даже через 30 лет после аварии здесь будет можно вести хозяйство только по регламенту I зоны. Разрешается промысловая охота на копытных животных при строгом радиационном контроле продукции охоты.

В IV зоне лесопользование не допускается. Охота и биотехнические работы не проводятся. Строго выполняются лишь лесозащитные и противопожарные мероприятия.

Во всех зонах ежегодно организуется лесопатологическое обследование, и особое внимание уделяется противопожарным мероприятиям. Запрещается проход техники по неплановым лесным дорогам, так как *леса очень пожароопасны*. Вдоль разрешенных дорог в лесных массивах создаются минерализованные полосы шириной не менее 3 м. Устанавливают аншлаги каждые 2...3 км. Все машины, работающие в лесу, оборудуют искрогасящими устройствами. В III зоне минерализованные полосы прокладывают по границам с сельскохозяйственными угодьями и населенными пунктами. Погибшие участки леса опахивают по периметру. С помощью авиации огнезащитным водным раствором делают заградительные полосы шириной 3...4 м по границам и взаимно-перпендикулярным направлениям через каждые 150...200 м.

Рекомендуемая литература

Допустимые уровни содержания цезия-137 и стронция-90 в продукции лесного хозяйства. Санитарные правила. СП.2.6.1. 759-99.М.: Минздрав РФ, 1999. – 7с.

Марадудин И.И., Панфилов А.В., Шубин В.А.. Основы прикладной радиоэкологии леса. М.:ВНИИЛМ, 2001. – 224 с.

Руководство по ведению лесного хозяйства в зонах радиоактивного загрязнения от аварии на Чернобыльской АЭС (на период 1997-2000 гг.). М.: Рослесхоз, 1997. – 112 с.

Шубин В.А., Ефимцев Ю.А., Назаренко Г.Л. Организация нормирования труда для работников лесного хозяйства на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению. Методические рекомендации. Пушкино: ВИПКЛХ, 1997. – 28 с.

Контрольные вопросы

1. На каких территориях России имеет место радиоактивное загрязнение?
2. Какие биогеоценозы наиболее устойчивы к радиации?
3. Назовите зоны и плотность загрязнения, в которых допускается вести лесное хозяйство и лесоразведение.
4. Какие документы должны быть подготовлены к началу работ на площадях с радиоактивным загрязнением?
5. Для чего оформляется наряд-допуск? Какой документ к нему обязательно прилагается?

Глава 12. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМА МАШИН ДЛЯ ЛЕСОКУЛЬТУРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Основным объектом работ по лесовосстановлению являются сплошные вырубки, ежегодный объем которых сохраняется в пределах 0,8...1,2 млн. га. В таежной зоне искусственное лесовосстановление проводится на 30...40 % вырубок и в настоящее время имеет тенденцию к снижению. В зоне смешанных лесов на долю искусственно восстанавливаемых площадей приходится 60...65 %, в лесостепи – более 90 %. За последние 20 лет накоплено много территорий, заросших лиственным порослевым мелколесьем, что будет существенно осложнять их освоение.

Выбор оптимальной технологии искусственного лесовосстановления зависит от зональных особенностей вырубаемых площадей, типов леса, состава насаждений, наличия пней, характера распределения порубочных остатков, валежника и давности рубки.

Основным методом лесовосстановления на вырубках во всех лесорастительных зонах является посадка. Посев семян хвойных пород используется преимущественно на завалуненных почвах.

В зависимости от лесорастительных условий, технические средства для лесовосстановления должны обеспечивать:

- посадку лесных культур в борозды или минерализованные полосы на вырубках с дренированными почвами;
- посадку лесных культур по пластам и микроповышениям на вырубках с временно переувлажненными и сырыми почвами.

Лесные культуры сосны создаются сеянцами с открытыми и закрытыми корнями, реже саженцами. Культуры ели в таежных условиях наибольший лесоводственный и экономический эффект обеспечивают при использовании укрупненного посадочного материала.

Качество обработки почвы на вырубках зависит от количества пней и порубочных остатков. Вырубок с количеством пней до 400 шт./га насчитывается ~5 %, 400...600 шт./га ~ 40 %, 600...800 шт./га ~ 45 %, 800...1200 шт./га ~ 9 %, свыше 1200 шт./га ~1%.

Частичную обработку почвы без корчевки можно производить на вырубках с числом пней до 600 шт./га, т.е. примерно на 45 % всех площадей лесокультурного фонда. На остальных вырубках потребуются выполнить расчистку площади, корчевку или понижение высоких пней.

В работе И.М. Бартенева и С.А. Родина «Экологизация технологий и машин лесного комплекса» (2001), говорится: «Экономия материальных ресурсов при расчистке вырубок от пней полосами оборачивается убытками на последующих технологических операциях. В последние несколько лет в погоне за сиюминутной экономией вообще начали отказываться от

расчистки вырубок даже полосами. Для этого была «поднята на щит» лесопосадочная машина ЛМД-81 и технология создания культур на вырубках без расчистки их. Это уже совсем дешево, но без культур. При выборе технологии следует руководствоваться конечным результатом своей деятельности. Материальные и финансовые затраты – это средства достижения конечного результата. Не вкладывая материальные ресурсы в первые основополагающие операции, какими являются расчистка вырубок и обработка почвы, лесное хозяйство, как правило, не получает культур, и следовательно, эти средства и плюс к ним затраты, связанные с выращиванием посадочного материала, посадкой его и уходом за культурами, выбрасываются «на ветер».

Опыт лесовосстановления на Северо-Западе России, где лесные площади зачастую еще и переувлажнены, заставил лесокulturников этого региона прийти к аналогичному выводу еще в 1975 году.

Подробно процессы механизации лесовосстановления изложены в Федеральном регистре базовых технологий и Федеральном регистре технических средств для их выполнения (2004).

Основой «Системы технологий и машин» являются энергетические средства, определяющие конструктивные параметры агрегируемых с ними лесохозяйственных машин и орудий. Все включенные в Федеральный регистр энергетические средства имеют сертификат соответствия (табл. 13).

**Энергетические и технические средства для создания лесных культур
и ухода за ними**

Наименование, марка	Назначение	Основные параметры*
1	2	3
Энергетические средства		

Таблица 13

Трактор гусеничный общего назначения Т- 170.01	Расчистка и раскорчевка полос на вырубках, террасирование склонов	Тяговый класс 10 N = 125 кВт V = 2,6...10,4 км/ч $\delta = 0,069$ МПа
Трелевочный трактор ТТ-4М-05	Расчистка площадей от порубочных остатков, пней и обработка почвы	Тяговый класс 4 N = 95,5 кВт V = 2,3...10,2 км/ч $\delta = 0,034$ МПа
Трактор гусеничный лесохозяйственный ЛХТ-100-04 для работ на избыточно-увлажненных почвах, ЛХТ-100	Полосная расчистка вырубок от порубочных остатков, обработка почвы, уход за культурами, противопожарные мероприятия то же на дренированных почвах	Тяговый класс 3 N = 88 кВт V = 0,44...11,10 км/ч $\delta = 0,41$ МПа V = 0,41...10,53 км/ч $\delta = 0,051$ МПа
Трактор гусеничный сельскохозяйственный общего назначения ДТ-75Н	Обработка почвы под посев (посадку) полезащитных полос, уход за ними, выкопка посадочного материала	Тяговый класс 3 N = 70 кВт V = 0,34... 11,49 км/ч $\delta = 0,045$ МПа
Колесный, универсально- пропашной трактор, интегральной схемы ЛТЗ-155	то же + транспортные работы	Тяговый класс 2 N=110 кВт V=1,95...35,1 км/ч
Колесный универсально- пропашной трактор повышенной проходимости МТЗ-82	Механизация работ в питомниках, на рубках ухода, уход за лесными культурами, транспортные работы	Тяговый класс 1,4 N = 55,2 кВт V = 0,66...30,0 км/ч $\delta = 0,14...0,25$ МПа
Колесный универсально- пропашной трактор ЛТЗ- 60АБ	Альтернатива МТЗ-82 для леса. Обработка почвы, посадка и уход, выполнение транспортных и погрузо-разгрузочных работ	то же $\delta = 0,20$ МПа
Колесное универсально- пропашное самоходное шассиТ-16М (Т-16Г)	Механизация комплекса работ в питомниках, транспортные работы	Тяговый класс 0,6 N=18,4 кВт V = 1,6...29,2 км/ч $\delta = 0,11$ МПа

Продолжение табл. 13

Технические средства для расчистки вырубок и корчевки пней		
Подборщик сучьев ПС-2,4 (ПС-2Г)	Сбор в кучи и валы порубочных остатков на вырубках	Агрегируется с ЛХТ-100, ширина захвата 3 м $W = 0,34...0,49$ га/ч
Корчеватель непрерывного действия КНД-1,1	Корчевка пней и кустарников рядами	Агрегируется с ДТ-75Н-С4, ширина захвата 1,1 м $W = 2,0...3,1$ км/ч
Оборудование для расчистки вырубок ОРВ-1,5	Для узкополосной расчистки вырубок	Агрегируется с ЛХТ-100, ТТ-4М, ширина захвата 1,5 м $W = 0,8...1,0$ км/ч
Подборщик-трелевщик универсальный ПТУ-2,1	Сбор в кучи ветвей, деревьев, кустарника и их трелевка	Агрегируется с МТЗ-82, ЛТЗ-60 $W = 0,16$ га/ч
Машина для измельчения надземной части пней МУП-4	Измельчение надземной части пней	Агрегируется с ЛХТ-100, ширина захвата 4 м $W = 75...155$ пней/ч
Машина для дробления пней МДП-1,5	Обработка почвы с одновременным дроблением пней (дренированные и временно-переувлажненные почвы)	Агрегируется с ТТ-4М, ширина захвата 1,5 м $W = 0,4$ км/ч
Корчевальный агрегат МП-8 включает: корчеватель, корчевальную борону К-1, корчевальные грабли К-3	Расчистка и раскорчевка вырубок	Агрегируется с Т-170.01 $W = 1,2...2,0$ км/ч
Технические средства для обработки почвы		
Плуг лесной бороздной ПЛБ-0,7, ПЛБ-1,0	Нарезка борозд на вырубках	Агрегируется с ЛХТ-100, ДТ-75Н, ширина обработки 0,7 м $W = 2,3...2,5$ км/ч
Плуг лесной ПЛБ-70А	Обработка почвы на вырубках (нарезка борозд)	Агрегируется с ЛХТ-100, ширина обработки 1,4 м $W = 1,5...1,7$ км/ч
Плуг лесной двухотвальный ПЛ-1	Нарезка борозд и пластов на вырубках	Агрегируется с ЛХТ-100, ширина захвата 1 м $W = 1,5$ км/ч
Плуг для обработки почвы микроповышениями ПЛМ-1,3 (ПЛМ-1,5)	Подготовка микроповышений на временно переувлажненных почвах	Агрегируется с ЛХТ-100, ширина захвата 1,3 м $W = 2$ км/ч
Плуг плантажный навесной ППН-40	Обработка почвы под закладку лесных насаждений	Агрегируется с ЛХТ-100, ширина захвата 0,4 м, глубина обработки до 0,45 м $W = 0,23$ га/ч

Продолжение табл. 13

1	2	3
Рыхлитель навесной РН-60М	Плантажная обработка тяжелых почв без оборота пласта с внесением инсектицида в почву	Агрегируется с ТТ-4М-0.5, между проходами 0,5...0,7 м W до 3 км/ч
Плуг дисковый ПДВ-1,5	Создание микроповышений на вырубках по расчищенным полосам	Агрегируется с ТТ-4М и ЛХТ-100, ширина захвата 1,5м W = 1,5...2 км/ч
Ямокопатель многобуровой ЯМ-3	Копка ям под посадку плодовых и лесных культур	Агрегируется с МТЗ-82, ЛТЗ-60 АБ, глубина ямок до 0,7 м W ≈ 100 ям/ч
Машина лесная фрезерная ФЛУ-0,8	Полосное рыхление почвы на свежих вырубках с числом пней до 600 шт./га	Агрегируется с ЛХТ-1 00, ширина захвата 0,8 м W = 2,0...2,4 км/ч
Орудие роторное ОРМ-1,5 М	Создание холмиков (дискретных микроповышений) на вырубках без корчевки пней или после их понижения	Агрегируется с ЛХТ-1 00, параметры нижнего основания холмика 0,9... 1,05 м W = 1,2... 1,9 км/ч
Плуг лесной полосный ПЛП-135	Нарезка пластов на вырубках с временно переувлажненными почвами	Агрегируется с ТТ-4, ЛХТ-100, ширина захвата 1,35 м, W=2,0 км/ч
Плуг лесной 2-корпусной одноотвальный ПЛ-2-50	Обработка почвы под лесные культуры по предварительно расчищенным полосам	Агрегируется с ЛХТ-1 00, ширина захвата 2,2 м W = 2,3 км/ч
Плуг 4-корпусный с безотвальными корпусами ПЛН -4-35	Безотвальная пахота на глубину до 40 см	Агрегируется с ЛХТ-1 00, ширина захвата 1,4 м W = 0,76... 1,29 га/ч
Борона дисковая клавишная БДК-2,5	Полосная и сплошная обработка почвы на вырубках с пониженными пнями	Агрегируется с ЛХТ-100, ширина захвата 2,5 м глубина обработки 12... 15 см W = 2,3 км/ч
Покровосдиратель дисковый ПДН-2	Для 2-бороздного рыхления почвы с одновременным посевом семян хвойных пород	Агрегируется с ЛХТ-1 00, ширина захвата 2 м W = 2,0...2,5 км/ч
Ямокопатель КЯУ-100Б	Копка ям под посадку плодовых и лесных культур	Агрегируется с ЛХТ-1 00, МТЗ-82, ЛТЗ-60АБ, диаметр ям 30... 60 см, глубина до 70 см W до 120 ям/ч

Продолжение табл. 13

Технические средства для посева и посадки		
Сеялка желудевая навесная СЖН-1	Посев желудей по бороздам на вырубках	Агрегируется с ЛТЗ-155, МТЗ-82, норма высева 4... 19 шт./пог.м W до 3 км/ч
Машина лесопосадочная универсальная МЛУ-1А	Посадка сеянцев и саженцев на вырубках с дренированными почвами	Агрегируется с ЛХТ-100, шаг посадки 0,5... 1,5 м W=1,0 км/ч
Машина для посадки и посева леса по пластам СЛ-2А	Посадка сеянцев и посев семян хвойных пород по пластам на вырубках с сырыми почвами	Агрегируется с ЛХТ-100, ТТ-4М, Т-130 БГ-1, шаг посадки 1,0... 1,5 м W=0,8...2,5 км/ч
Машина посадочная для крупномеров МПК-1	Посадка крупномерных саженцев хвойных пород	Агрегируется с ЛХТ-100, ТТ-4М, шаг посадки 0,5... 1,5 м W=1,2...1,9 км/ч
Машина лесопосадочная грядковая СЛГ-1А	Посадка сеянцев по грядкам на временно- переувлажненных почвах	Агрегируется с ЛХТ-100, ТТ-4М, шаг посадки 0,5... 1,5 м W=2,2...2,5 км/ч
Лесопосадочная машина ЛМД-81	Посадка саженцев на вырубках без предварительной обработки почвы	Агрегируется с ЛХТ-100 шаг посадки 1,0... 2,0 м W=1,0... 1,5 км/ч
Меч-лопата	Посадка ручная саженцев хвойных пород	Глубина посадки 0,3 м
Сеялка фрезерная лесная комбинированная СФК-1	Посев желудей с обработкой почвы и внесением удобрений	Агрегируется с МТЗ-82, ЛТЗ-60 АБ, посев строчно-луночный W = 0,7 га/ч
Посевная трость	Высев семян хвойных пород на вырубках в выбранные точки	Ручной инструмент, глубина заделки семян 1,5 см W= 1000 шт. лунок/ч
Технические средства для ухода за культурами		
Культиватор лесной бороздной КЛБ-1,7	Уход за лесными культурами на вырубках	Агрегируется с ЛХТ-100, ширина 1,7 м W до 4 км/ч
Культиватор дисковый КДС-1,8А	Уход за лесными культурами по полосам и на склонах до 12°	Агрегируется с ЛХТ-100, ширина захвата 1,8... 2 м W до 3 км/ч
Кусторез-осветитель КОМ-2,3 (КОН-2,3)	Осветление рядовых лесных культур на вырубках, коридорный уход за молодняками	Агрегируется с МТЗ-82, ЛТЗ-60 АБ, диаметр поросли до 5 см W = 0,2...0,25 га/ч

Продолжение табл. 13

1	2	3
Кусторез-осветитель КОГ-2,3	Освещение лесных культур на вырубках, лесоводственный уход за естественными молодняками	Агрегируется с ЛХТ-100, диаметр поросли до 6 см $W = 0,25$ га/ч
Каток-осветитель КОК-2М	Освещение и прочистка лесных культур на вырубках	Агрегируется с ЛХТ-100, диаметр поросли до 10 см $W = 1,5 \dots 1,7$ км/ч
Каток универсальный лесной КУЛ-2А	Уход за лесными культурами на вырубках	Агрегируется с ЛХТ-100, диаметр поросли до 10 см $W = 1,5 \dots 2,5$ км/ч
Осветитель цепной ОЦ-2,3	Агротехнический уход и первое освещение	Агрегируется с МТЗ-82, ЛПЗ-60 АБ, диаметр поросли до 5 см $W = 1,5 \dots 2,5$ км/ч
Культиватор лесной КРЛ-1А	Уход за лесными культурами в рядах и лентах	Агрегируется с МТЗ-82, ширина захвата 0,5...0,8 м $W = 5 \dots 8$ км/ч
Культиватор лесной для песков КЛП-2,5	Уход за лесными культурами в рядах и лентах	Агрегируется с МТЗ-82, ширина захвата 3 м $W = 3 \dots 4$ км/ч
Культиватор универсальный КУН-4	Уход за лесными культурами в рядах и лентах	Агрегируется с МТЗ-82, ширина захвата 2,5;3,0;3,5;4м W до 4 км/ч
Опрыскиватель лесной тракторный ОЛТ-1А	Химическая обработка насаждений, внесение химикатов в почву	Агрегируется с МТЗ-82, ЛХТ-100, ширина захвата 6,2м $W = 1,2$ га/ч
Опрыскиватель ранцевый мелкокапельный ОМР-2	Борьба с нежелательной растительностью, вредителями и болезнями	Двигатель бензопилы «Дружба», емкость 8 л, высота опрыскивания до 8 м $W = 1,5$ га/ч
Мотокусторез МКР-2,5	Срезание древесной, кустарниковой, травянистой растительности	Бензодвигатель «Тайга - 124», диаметр дерева до 15 см $W = 0,1 \dots 0,5$ га/ч
Нож-рубщик	Рубка нежелательной растительности	Ручной инструмент, диаметр кустарника до 2 см, W до 0,1 га/ч

Примечание: N – мощность двигателя; V – скорость; W – производительность агрегата за 1 ч сменного времени; δ - удельное давление движителей трактора на грунт.

Ниже в расчетно-технологических картах (РТК) приведены технологические схемы работ, которые апробированы в условиях Северо-Запада России и могут быть рекомендованы производству:

РТК № 1 – рассмотрены разные способы подготовки лесокультурной площади и обработки почвы;

РТК № 2 – подготовка посадочного материала и закладка культур сеянцами, саженцами с открытыми корнями или ПМЗК;

РТК №3 – уход за культурами хвойных пород с использованием механического и химического способов.

С учетом особенностей климата, почвенных условий и категории лесокультурной площади можно подобрать оптимальную технологическую схему для конкретного участка и сделать расчет потребности в машино-сменах и человеко-днях на 1 га.

Рекомендуемая литература

1. Система технологий и машин (СТМ) для комплексной механизации лесного хозяйства и защитного лесоразведения в условиях рыночных отношений на 2001–2005 годы и на период до 2010 года / Л.Н. Прохоров, В.И. Казаков, Н.А. Смирнов, И.В. Казаков (ВНИИЛМ), Ю.М. Жданов, В.Н. Хорошавин (ВНИАЛМИ) // Лесхозы и лесная информация, 2004, № 6.

2. Набатов Н.М., Ильяков В.В. Лесные культуры и механизация лесохозяйственных работ. М., МГУЛ, 2003.

Контрольные задания

1. Составить технологическую схему и комплекс машин для создания культур методом посева (обработка почвы, посев, уход) в вересковых условиях.
2. То же для культур в гиротопе с индексом 0 (A_0 , B_0 или C_0) методом посадки.
3. То же для сильно задерневших почв вырубки сосняка брусничного.
4. То же для культур сосны на свежих почвах в подзоне средней тайги.
5. То же для культур ели в долгомошнике с числом пней более 1000 шт./га.
6. То же для культур сосны в сфагновом типе леса.
7. То же для смешанных сосново-еловых культур в черничных лесорастительных условиях Псковской области.
8. То же для культур ели в приручейном типе леса.
9. То же на землях бывшего сельхозпользования.
10. То же при освоении пустыря.

РТК № 1 на подготовку лесокультурной площади и обработку почвы

Категория лесокультурной площади	Технологическая операция, объем работ на 1 га, срок исполнения	Состав агрегата		Затраты на 1 га	
		трактор	машина, орудие	чел.- дн.	маш.- смен
Лесорастительные условия: лишайниковые, вересковые (эдатоны А₁, В₁, С₁, Д₁). Почвы сухие					
Свежие вырубki с наличием до 600 пней/га	1. Минерализация почвы на глубину 10...15 см в полосах шириной 1,0 м с одновременным посевом семян, 5 км, весна.	ЛХТ-55	ПДН-1	0,54	0,54
	2. То же в полосах шириной 1,2 м без посева семян, 5 км.		ПЛ-1,2	0,46	0,46
	3. То же в полосах шириной 1, 8 м без посева семян, 5 км.		РЛ-1,8	0,46	0,46
Свежие вырубki с любым количеством пней	1. Подготовка площадок размером 0,5×0,5 м, 500...600 шт./га, со снятием подстилки для последующей посадки группы сеянцев или посева семян, 140 м ² , весна.	—	грабли	2,10	
	2. Расчистка полос от порубочных остатков для посадки по целине, 5 км, весна.	ЛХТ-55	ТК-1,2 или ОРВ-1,5	0,90	0,90
	3. Нарезка борозд для посадки культур в дно борозды (борозды могут быть прерывистыми), 5 км, весна.	ЛХТ-55	ПКЛ-70	0,62	0,62
Свежие вырубki с каменистыми почвами	1.Подготовка лунок глубиной 20 см под посадку культур. Расстояние между рядами лунок 1,7 м (Л- 22) или 1,4 м (Л-2), в ряду 0,7...0,8 м, 3 км, весна.	ЛХТ-55 МТЗ-80	ЛЛ-22 или Л-2	0,50	0,50

Продолжение РТК №1

Категория лесокультурной площади	Технологическая операция, объем работ на 1 га, срок выполнения	Состав агрегата		Затраты на 1 га	
		трактор	машина, орудие	чел.- дни	маш.- см.
Лесорастительные условия: : брусничные, кисличные, черничные свежие на супесях (эдаптоны А ₂ , В ₂ , С ₂ , D ₂). Почвы свежие					
Свежие вырубki с любым количеством пней высотой до 10 см	1. Вешение осей прохода трактора через 3...4 м, 3,3...2,5 км, VIII-IX.	-	-	0,86	-
	2. Подготовка дискретных микроповышений или прерывистых (при встрече с пнями) пластов высотой 15...20 см , 3,3...,5 км, VIII-IX.	ЛХТ-55	ОРМ-1,5, ПЛ-1 или ПКЛ-70	0,50	0,50
Свежие вырубki с наличием до 600 пней/га высотой более 10 см	1. Вешение осей прохода трактора через 3...4 м, 3,3...2,5 км, VIII-IX.	-	-	0,86	-
	2. Понижение высоты пней до 10 см (условно 100 шт./га) в технологических проходах, VI –IX.	ЛХТ-55	МУП-4	0,50	0,50
	3. Подготовка взрыхленных полос или микроповышений высотой 10...20 см, 3,3...2,5 км, V III- IX.	ЛХТ-55	бензопила	2,1	2,1
		ЛХТ-55	ПЛД-1,2 или ПЛМ-1,3, ПЛШ-1,2	0,38	0,38
		1. Вешение осей прохода трактора через 3...4 м, 3,3...2,5 км, VIII-IX.	-	-	0,86
	2. Расчистка полос с частичной минерализацией почвы на глубину 7...12 см при необходимости с корчевкой мелких пней, 3,5 км, IX.	ЛХТ-55М	ОРВ-1,5	1,08	1,08
Свежие и старые вырубki с любым количеством пней высотой 10 см и более	1. Вешение осей прохода трактора через 7м, 1,4 км, V- IX....	-	-	0,43	-
	2. Корчевка пней (условно 300 шт./га) в полосах шириной 3м в сухое время лета, 0,42 га.	ЛХТ-100	МП-2Б	1,75	1,75
	3. Подготовка гряд или пластов высотой 20...25 см, (1,4 ×2) км, IX-X.	ЛХТ-55	ПЛ-2-50	0,17	0,17
		ЛХТ-100	ПШ-1	0,24	0,24

Продолжение РТК № 1

Категория лесокультурной площади	Технологическая операция, объем работ на 1 га, срок выполнения	Состав агрегата		Затраты на 1 га	
		трактор	машина, орудие	чел.- дни	маш.- см.
Старые вырубки с высотой малоценных насаждений до 5 м (с временным сельскохозяйственным пользованием - агролесокультуры)	1. Химическая подсушка насаждений раундапом 5...8 л/га, арсеналом 2...3 л/га или их баковой смесью (5+2) л/га, VI-VIII. Площадь вырубки до 5 га; более 5 га.	-	«Соло»	0,40	0,40
	2. Сгребание в валы и сжигание древесной массы (условно 50 м /га) в период отсутствия пожарной опасности.	-	АЛХ-2	0,06	0,06
	3. Известкование кислых (рН ниже 4, 5) почв, загрузка извести и сплошное внесение, IX.	ЛХТ-55	ПС-3	0,37	0,37
	4. Зяблевая вспашка на глубину 25...30 см, IX.	ЛХТ-55	ПФБ-Ф-6	0,10	0,10
	5. Двойка пара на глубину 20...25 см с последующим боронованием, V.	ЛХТ-100	1-РМГ-4	0,05	0,05
	6. Посев овса, ячменя, бобовых культур на зеленый корм или зерно в течение двух лет.	ЛХТ-100	ПКБ-56	0,35	0,35
	7. Вешение осей прохода трактора через 7 м, 1,4 км, V- IX.	ДТ-75М	ПН-3-35	0,62	0,62
	8. Нарезка гряд или пластов, (1,4 × 2) км, IX.	БЗСС-1	СЗТ-3,6	0,30	0,30
	В последующие 5...7 лет в междурядьях возможно выращивание лекарственного сырья или кормовых сельскохозяйственных культур.	МТЗ-80	-	0,10	0,10
		-	-	0,43	-
Земли бывшего сельхозпользования, пустыри	1. Вспашка почвы на глубину 30...40 см для устранения уплотненного слоя (плужной подошвы), IX..	ЛХТ-55 или ЛХТ-100	ПЛ-2-50 ПШ-1	0,17 0,24	0,17 0,24
	2. Боронование (при необходимости парование с несколькими культивациями КПН-4).	ДТ-75М	ППН-50	0,91	0,91
		МТЗ-80	БЗСС-1	0,15	0,15

Продолжение РТК № 1

Категория лесокультурной площади	Технологическая операция, объем работ на 1 га, срок выполнения	Состав агрегата		Затраты на 1 га	
		трактор	машина, орудие	чел. — дни	□ аш.- см.
<i>Лесорастительные условия: чернично-кисличные, разнотравные на суглинках и глинах, черничные влажные, долгомошные, травяно-болотные осушенные. (эдаптоны В_{3,4}, С_{3,4}, Д_{3,4}). Почвы влажные и сырые</i>					
Свежие вырубki с любым количеством пней	1. Прокладка по низким местам рельефа водоотводящих каналов глубиной 0,8...1 м, 0,1 км, VI-X.	Т-130Б ЛХТ-100	КН-0,6	0,16	0,16
	2. Вешение осей лесокультурных полос через 7 м, 1,4 км.	-	-	0,43	-
	3. Корчевка пней в полосах шириной 3 м с укладкой пней с 2 расчищаемых полос в одно междурядье, условно 300 пней/га, 0,42 га, в сухое время года.	Т-130Б ЛХТ-100	МП-2Б или Д- 496	1,75	1,75
	4. Обработка почвы с формированием гряд (пластов) и борозд, выведенных устьями в водоотводящие каналы, 1,4 км, VIII-IX.	ЛХТ-100 Т-130Б	ППШ-1 или ПКЛН-500	0,24 0,15	0,24 0,15
Свежие вырубki с наличием до 800 пней/га	1. Прокладка собирателя (условно 0,1 км/га) по низким местам рельефа, глубина канала 1...1,2 м.	Э-304Г	-	0,05	0,05
	2. Корчевка пней и подготовка осушителей через 25...30 м один от другого с выводом в собиратель, 0,4 км, VI-X.	Т-130Б ЛХТ-100	МП-2Б или Д-496 КН-0,6	0,33 0,06	0,33 0,06
	3.Напашка дискретных микроповышений между осушителями. Для создания холмиков высотой 20...30 см почвообрабатывающее орудие проходит по одному следу дважды, 0,8 км.	ЛХТ-55	ОРМ-1,5 или ПКЛ-70	0,75	0,75
Свежие и старые 3- 5-летние вырубki с любым количеством пней	1. Прокладка собирателя и осушителей глубиной 1...1,2 м на расстоянии 24 м один от другого, 0,4 км, VI-X. Вынутый грунт укладывается в виде клумб диаметром 1,2...1,5 м на расстоянии 3, 5 и 7 м от осушителя.	Э-304Г	-	0,15	0,15

Продолжение РТК № 1

Категория лесокультурной площади	Технологическая операция, объем работ на 1 га, срок выполнения	Состав агрегата		Затраты на 1 га	
		трактор	машина, орудие	чел. - дни	маш.- см.
Старые вырубки, заросшие малоценными древесно- кустарниковыми породами	1 .Вешение осей прохода трактора через 12 м.	-	-	0,43	-
	2. Расчистка от мелколесья коридоров шириной 6м, 0,48 га, V-IX.	T-130Б	Д-513Аили КБК-2А	2,0	2,0
	3.Напашка 4 плужных пластов в расчищенной полосе путем прохода трактора с 2-отвальным плугом, 1,6 км, VIII-IX.	T-130Б	ПКЛН-500	0,26	0,26
Болота (эдафоны C₅, D₅)					
Болота переходные богатые и низинные после коренной гидромелиорации	1 .Вешение осей прохода трактора через 6м, 1,6 км .	-	-	0,45	-
	2. Нарезка борозд глубиной 35...40 см с выводом устьев в осушители для сброса избытка воды и формирование пластов высотой 35...40 см, шириной 80...100 см, 1,6 км, VIII-IX.	T-130Б	ПКЛН-500	0,26	0,26

РТК № 2 на посадку (посев) лесных культур

№ п.п.	Технологическая операция, объем работ на 1 га, срок исполнения	Состав агрегата		Затраты на 1 га	
		трактор	машина, орудие	чел.- дней	маш.- смен
1	Сортировка посадочного материала на питомнике, сеянцев 4...5 тыс. шт., саженцев 3 тыс. шт.	—	вручную	0,28	—
2	Защитная обработка от вредителей и болезней сеянцы 2...3 лет, 4...5 тыс.шт./га, саженцы 4...5 лет, 3...3,5 тыс. шт./га	—	ОМР-2	0,05 0,10	0,05 0,10
3	Доставка на расстояние 20 км с погрузкой, разгрузкой и прикопкой: сеянцы 4...5 тыс. шт./га, саженцы 3...3,5 тыс. шт./га, ПМЗК 4 тыс. шт./га.	ЗИЛ-131	—	0,05 0,66 2,48	0,02 0,22 0,83
4	Прикопка посадочного материала сеянцы 2...3 лет, 4...5 тыс. шт./га, саженцы 4...5 лет, 3...3,5 тыс. шт./га.	—	вручную	0,05 0,22	— —
5	Обработка корневых систем глино-торфяной болтушкой: сеянцы 2...3 лет, 4...5 тыс. шт./га, саженцы 4...5 лет, 3...3,5 тыс. шт./га.	—	вручную	0,05 0,11	— —
6	Транспортировка посадочного материала по вырубке к месту посадки: саженцы 3 тыс. шт.	Т-40	—	0,44	0,22
7	Посев семян в лунки посевной тростью (по 8...10 шт. в каждую)	—	ПТ-1	1,0	1,0
8	Посадка сеянцами 2..3 лет, 4...5 тыс.шт./га, то же саженцами 4...5 лет, 3...3,5 тыс.шт./га, саженцами 5...6 лет в ямки 0,3×0,3×0,3 м, 2,0 тыс. шт./га, ПМЗК 3,0 тыс. шт./га.		меч Колесова лопата лопата Поттипутка	7,4 7,3 7,1 3.5	— — — —
9	Посадка ПМЗК без предварительной обработки почвы посадочных мест машиной САБ-1, 1,5 км/га, сеянцев, саженцев по взрыхленной почве; машиной МЛУ, 1, 3 км/га по пластам. Посадка культур лесопосадочной машиной СЛ-2А, 1,5 км/га.	ЛХТ-55 ЛХТ-55 ЛХТ-55	САБ-1 МЛУ-1 СЛ-2А	2,0 2,5 1,3	0,33 0,45 0,26
10	Дополнение культур с подновлением почвы сеянцами – 1 тыс. шт., саженцами – 0,5 тыс. шт.	—	меч Колесова лопата	2,1 1,1	— —

РТК № 3 на уход за лесными культурами

№ п.п.	Технологическая операция, объем работ на 1 га, срок исполнения	Состав агрегата		Затраты на 1 га	
		трактор	машина, орудие	чел.-дней	маш.-смен
1.	Оправка саженцев после перезимовки весной второго года.	–	мотыга	0,3	–
2.	Посев люпина в междурядья культур через 2...3 года после посадки сосны.	Т-40	СЖУ-1	2,4	1,2
3.	Прополка приствольных лунок и рыхление почвы на 1...3 году выращивания, в защитных зонах, 3-кратная.	–	мотыга	5,15	–
4.	Выкашивание травы косой в междурядьях культур полосами шириной 1,5 м.	–	коса	3,3	–
5.	Измельчение травы в междурядьях культур шириной 2...3 м, 3,3 км, июль.	Т-40	КЦ-4	0,30	0,30
6.	Слом, измельчение травы и мелкой поросли нежелательной растительности в междурядьях 3, 5 и 7-летних культур, июль, То же – июнь.	ЛХТ-55	КУЛ-2,0 КОГ-2,3 КЛБ-1,7	0,25 0,25 0,30	0,25 0,25 0,30
		–	«Секор», «Хускварна»	2,50	2,50
7.	Слом, измельчение лиственной поросли в междурядьях культур по мерзлому грунту, 2-кратный проход.	ЛХТ-55	КОК-2	0,66	0,66
8.	Подавление роста нежелательной растительности путем ее опрыскивания гербицидами в полосах шириной 1...1,5 м вдоль рядов культур на 2 и 5 году выращивания, 0,3...0,42 га, конец августа-начало сентября: ель – раундап (5 л/га в 100...300 л воды), сосна – глифосат+анкор-85 (4...6 л/га +150...200 г/га кедр – анкор-85 (0,1...0,3 кг/га).	площадь участка более 5 га:			
		ЛХТ-55	ОН-400	0,52	0,26
		МТЗ-80	АЛХ-2	0,06	0,06
		площадь участка менее 5 га:			
		–	ОМР-2 «Соло» «Штиль»	1,75	1,75
9.	Подавление поросли в широких междурядьях рубщиком коридоров	МТЗ-80	РКР-1,5	2,1	2,1
10.	Разреживание кулисы на 10...15 году выращивания с удалением наиболее крупных деревьев: спиливанием.	–	«Секор», «Хускварна»	0,75	0,75
	Инъекцией, 0,3 г раундапа на 1 дерево, июль.		Инъектор ИП-4	150...200 деревьев в час	

Продолжение РТК № 3

№ п.п.	Технологическая операция, объем работ на 1 га, срок исполнения	Состав агрегата		Затраты на 1 га	
		трактор	машина, орудие	чел.- дней	маш.- смен
11.	Разреживание культур в 10...15 лет, первое, селекционное до густоты 1,5...2,5 тыс. шт./га. Примесь лиственных пород 10...15 % от числа хвойных, средняя выборка 6 м ³ /га, ноябрь-декабрь.	МТЗ-80	«Муравей» «Секор»	1,5	0,75
12.	Разреживание культур в 25...30 лет, второе, по низовому методу до густоты 1,0...2,0 тыс. шт./га. Примесь лиственных пород до 20 % от числа хвойных, средняя выборка 40 м ³ /га, октябрь-ноябрь.	МТЗ-80	СМА-1 «Муравей»	12,0	6,0
13.	Разреживание культур в 40...50 лет, третье (при выращивании пиловочника) верховым методом до густоты 0,7...1,2 тыс. шт./га, средняя выборка 80 м ³ /га, октябрь-ноябрь.		Бензопила МП-5	17,8	17,8
14.	Обрезка сучьев на высоте ствола 6...12 м у деревьев-лидеров в возрасте 25...30 лет, 0,5 тыс. деревьев на 1 га, март-июль	—	ОВ-1 KS-3	2,5 0,89	2,5 0,89
15.	Подкормка культур весной следующего после разреживания года, N 150 кг д. в./га сплошь по площади	ЛХТ-55	НРУ-0,5	0,2	0,1
16.	Защитная обработка культур от вредителей и болезней (при необходимости)	ЛХТ-55	АЛХ-2	0,52	0,26

Глава 13. КРИТЕРИИ И ИНДИКАТОРЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СЕРТИФИКАЦИИ ЛЕСОКУЛЬТУРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В связи с ростом населения планеты и изменением климата наши противоречивые требования к лесу (как покрову Земли в виде системы ландшафтов и источнику древесины, а также многих иных благ) быстро растут. В этих условиях новое развитие в мировом сообществе получила основополагающая идея о балансе достижений разных целей, в числе которых ведущее значение имели бы экологические аспекты (Моисеев, Писаренко, 1966).

Идея постоянства и неистощимости лесопользования делает необходимым ввести жизнь и деятельность людей на Земле в рамки сдержанного устойчивого развития. При этом устойчивость лесов рекомендуется рассматривать как потенциальную их способность выполнять в настоящем и будущем экологические, экономические и социальные функции на глобальном, национальном и локальном уровнях (Атрощенко, 1999).

Одной из главных предпосылок устойчивого использования лесов является их своевременное и результативное восстановление. В течение последнего десятилетия задачи и методы лесовосстановления существенно изменились. Помимо своевременного формирования нового древостоя, в качестве основных задач добавились: улучшение биологического разнообразия и ландшафтной структуры окружающей среды, обеспечение чистоты водных объектов, повышение качества древесины и рентабельности лесовосстановительных работ. Для устойчивого управления лесными ресурсами в России необходима разработка концепции, критериев и индикаторов такого управления. Практическую реализацию поставленных задач планируется осуществить путем экологической сертификации лесной продукции, в процессе которой предлагается определить соответствие лесохозяйственной деятельности конкретного предприятия (или в регионе) принципам устойчивости и неистощимости лесопользования.

Кафедрой лесных культур Санкт-Петербургской лесотехнической академии предложена система показателей (индикаторов), по которым можно оценивать эффективность лесовосстановления и устойчивость развития искусственных фитоценозов на локальном, региональном и национальном уровнях.

Обоснование предлагаемых индикаторов. Обширные леса России (23 % покрытых лесом площадей на Земле) являются природным ресурсом глобального значения, но они очень неоднородны

по своей экономической и экологической значимости. Большая часть лесов – это территории с суровыми климатическими условиями; 43 % земель, покрытых лесом, в Азиатской части страны представлены горными лесами. При высокой доле покрытой лесом площади запас стволовой древесины на 1 га не превышает в среднем 100...140 м³ (ВНИИЦлесресурс, 1995). Это обстоятельство, а также слаборазвитая инфраструктура, замедленные процессы лесовосстановления, высокая ранимость лесов как экологических систем и их важное глобальное и локальное средообразующее значение обязывают проявить осторожность в оценке сырьевых возможностей основных «лесных» экономических районов России.

Более благоприятные условия для ведения доходного лесного хозяйства имеются в Северо-Западном, Центральном, Волго-Вятском и Уральском экономических районах. Площадь покрытых лесом земель в них сравнительно невелика (118,4 млн. га из общей площади около 706 млн. га), но здесь уже давно ведутся интенсивные рубки леса. Переруб древесины в наиболее доступных, густонаселенных местах, на участках с дренированными почвами привел к истощению лесов и ухудшению экологического состояния огромных территорий (Страхов, Писаренко, 1995).

В целом можно сделать вывод, что современное состояние лесного фонда многих регионов России сложилось в результате интенсивных лесозаготовок древесины на фоне неудовлетворительной лесохозяйственной деятельности по лесовосстановлению.

В настоящее время во многих типичных для таежной зоны условиях имеет место существенное нарушение распределения покрытой лесом площади по группам возраста: на 40...80 % общей площади лесного фонда увеличена доля лиственных молодняков порослевого происхождения при наличии около 20...30 % спелых и перестойных насаждений (Беляев, 1987; Ларин, 1987; Роднянский, Мусиевский, 1996). Еще менее представлены средневозрастные и приспевающие леса, что говорит о неблагоприятной перспективе развития лесосырьевых баз.

В связи с изложенным, можно полагать целесообразным использовать в качестве индикаторов по критериям – биоразнообразие, повышение продуктивности лесов и поддержание жизнедеятельности лесных экосистем следующие нормативные показатели.

1. **Оптимальное** (для региона, ландшафта, лесхоза) **или минимально допустимое соотношение возрастных групп целевых хозяйственно-ценных пород** (молодняки, средневозрастные,

приспевающие, спелые, перестойные). Основанием для расчета норматива могут служить многолетние данные лесоустройства.

2. Отношение площади хвойных древостоев (или других главных целевых пород) первого класса возраста к площади рубок главного пользования. Этот индикатор характеризует эффективность мер по естественному и искусственному восстановлению леса.

По данным В.В. Страхова и А.И. Писаренко (1995), отношение площади хвойных лесов I класса возраста к площади рубок в спелых и перестойных лесах России изменялось следующим образом:

Годы	Показатель
1966...1976	2,20
1977...1978	1,30
1979...1983	0,17
1984...1988	0,03
1989...1993	0,03

Из этих данных следует, что в последние 2...3 десятилетия новые площади хвойных лесов I класса возраста не компенсируют хвойные площади, изъятые рубками главного пользования, и темпы нарастания этой тенденции очень высоки.

Несмотря на то, что современное лесное хозяйство России в значительной степени ориентировано на естественное заращивание вырубок, проблема сохранения подроста во время лесозаготовок пока не решена. В таежной зоне, даже при наличии более 2 тыс. шт./га благонадежного хвойного подроста (возраст 10...40 лет, высота 1,5...4 м) под пологом спелых и перестойных древостоев, надеяться на лесовосстановление за счет предварительного возобновления можно лишь на 50...60 % площадей, так как очень много подроста уничтожается и повреждается используемой при лесозаготовках техникой (Мартынов, Сеннов, Грязькин, 1994; Наквасина и др., 1988).

Ориентироваться на последующее возобновление леса естественным путем можно лишь в типах местообитания с бедными почвами, где снижена конкуренция со стороны травяной и лиственной древесной растительности (Чертовской и др., 1974). Как правило (Беляев, 1997; Ларин, 1987; Тюрин, 1987), при естественном заращивании восстановление леса идёт через смену пород, затягиваясь на 20...40 лет (чем дальше к северу, тем дольше).

Расчет указанного индикатора вполне осуществим на основе данных постоянного учета изменений лесного фонда на национальном,

региональном, ландшафтном уровнях и для конкретного лесного предприятия.

3. Соответствие способов рубки леса, объёмов и методов лесовосстановления целям ведения хозяйства, заявленным при организации данного предприятия и в проектах лесоустройства, за последний ревизионный период.

Реальные объёмы лесохозяйственных мероприятий часто отличаются от определенных лесоустройством. При общем неполном использовании лесосеки по хвойным она может быть выше, чем по лиственным породам. Это должно вносить коррективы в объёмы таких мероприятий, как лесовосстановление.

4. Доля (процент) участия хозяйственно-ценных для данного региона основных лесообразующих пород в составе молодняков первого класса возраста.

Известно, что устойчивое равновесие в биологическом сообществе достигается разнообразием входящих в его состав видов, групп типов леса, а также их приспособленностью друг к другу и условиям существования. Поэтому защита и сохранение естественного биоразнообразия лесов является весьма важным фактором для развития устойчивых экосистем.

Не касаясь проблемы введения в состав лесных культур пород-интродуцентов, перспективных с лесоводственной и декоративной точек зрения, но вряд ли способных существенно повысить устойчивость создаваемых древостоев к стрессовым факторам, обратим внимание на значительное сокращение в последние 20...30 лет объема лесных культур сосны обыкновенной – аборигенной для многих регионов породы. Замена сосны елью даже на типичных сосновых песчаных и супесчаных почвах связана с низкой устойчивостью светолюбивой сосны к заглушению лиственными породами, частым повреждением культур лосями, большим сосновым долгоносиком, сильным поражением посадочного материала и культур шютте, склерофомой, сосновым вертуном и другими болезнями. На практике не всегда удается справиться с этими неблагоприятными факторами.

Однако замена сосны елью ведет к значительной потере продуктивности создаваемых на бедных почвах древостоев, снижению устойчивости искусственных экосистем и свидетельствует о недостаточной эффективности лесокультурного производства (Бабич, Барабин, Тутыгин, 2000).

Необходимый норматив можно рассчитать по данным лесоустройства, исходя из соотношения пород коренных естественных древостоев в данном ландшафте, регионе, лесхозе.

5. *Средневзвешенный класс качества лесных культур в возрасте перевода в покрытые лесной растительностью земли.*

Определение класса качества лесных культур является ежегодно осуществляемой в лесхозе акцией и имеет хорошо апробированную на производстве систему региональных нормативов в виде отраслевого стандарта (ОСТ 56-92-87. Лесные культуры. Оценка качества). Этим стандартом определяются густота, продуктивность культур основных лесообразующих пород и их конкурентоспособность по отношению к нежелательной древесно-кустарниковой растительности.

Индикатор будет работать на уровне лесхоза и региона.

Некоторые аспекты подготовки к сертификации лесокультурных технологий. При сертификационной оценке такого блока работ, как искусственное лесовосстановление, необходимо иметь в виду генетическую оценку качества семян, а также научную обоснованность технологий, рекомендуемых и фактически используемых при лесовыращивании. Для этой цели есть такие документы, как Паспорт на семена и региональные рекомендации, наставления по лесовосстановлению.

Анализ экспериментальных данных по росту лесных культур ели и сосны в условиях Северо-Запада России показал, что неправильное освоение переувлажненных почв вызывает снижение продуктивности и устойчивости выращиваемых древостоев (Маркова, 1999). Сплошная вспашка, признанная классическим способом обработки почвы на вырубках в Центральном природно-экономическом районе России (Мерзленко, 1987), на мелких дерново-подзолистых и оторфованных почвах Северо-Запада ведет к большой и невосполнимой потере естественного плодородия в ризосфере посадок, так как связана с выносом подстилки и гумусового слоя на корнях пней при расчистке широких полос под лесные культуры.

Наиболее интенсивно лесорастительные условия изменяются вследствие сплошных рубок. Усиливающаяся инсоляция повышает температуру воздуха и почвы на вырубках, что активизирует деятельность почвенных микроорганизмов, ускоряет разложение органических соединений, а, следовательно, и высвобождение питательных веществ. В связи с этим за сплошными рубками следует 15...20-летний период слабой закрепленности в почве азотных, фосфорных и калийных соединений, вымывание которых

поверхностными и грунтовыми водами может быть усилено в результате механической обработки почвы под лесные культуры (Кубин, 2000; Тарасов, 1999).

Дискретный способ механической обработки почвы не дает увеличения выноса легкорастворимых химических соединений с лесокультурной площади (Кубин, 2000) и требует меньших затрат машинного времени и топлива по сравнению с плужным. Однако при отсутствии гидромелиоративной сети даже на временно переувлажненных почвах показатели роста культур по холмикам на 30...50 % ниже, чем на грядках, размещенных вдоль сточных лесокультурных борозд (рис. 29).

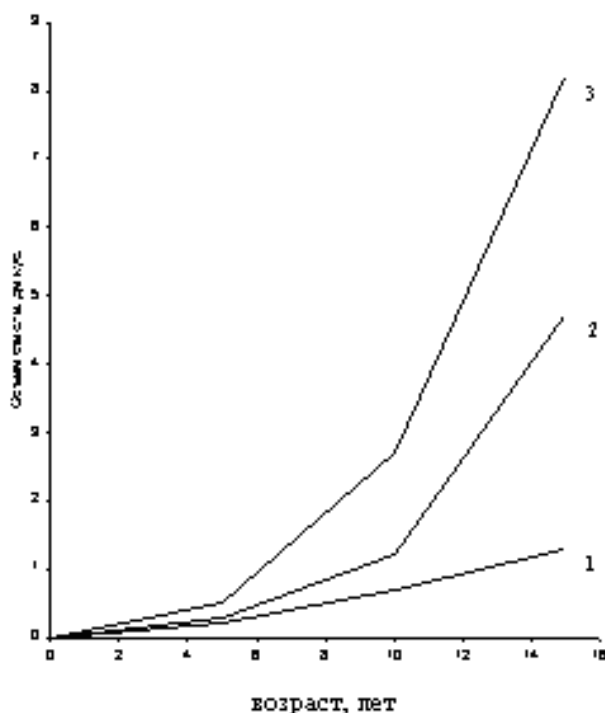


Рис. 29. Влияние способов обработки почвы на ход роста лесных культур ели по объему ствола (ОЛХ «Сиверский лес», эдатоп С₃):
 1 – контроль (без обработки почвы);
 2 – дискретные микроповышения, образованные орудием ОРМ-1,5;
 3 – гряды, подготовленные плугом ПШ-1

Снижение продуктивности культур на холмиках связано с уменьшением прогревания почвы, интенсивным зарастанием посадочных мест травой, а также пересыханием мелких холмиков в засушливый и подтоплением во влажный периоды года.

Использование укрупненного посадочного материала с улучшенным генотипом без соответствующей подготовки лесокультурной площади также не дает ожидаемого лесоводственного и экономического эффекта.

Необходимо сопоставить отечественные и международные нормативы на качество лесовосстановительных работ, обеспечив доработку рекомендуемых производству технологий с учетом соответствия общепризнанным международным требованиям. Отсутствие согласованного подхода в понятии оптимальной технологии с учетом ландшафтной специфики регионов может затруднить практическое осуществление сертификации в присутствии иностранного аудита.

Предметом сертификации должны стать и технологии, обеспечивающие получение требуемого уровня продуктивности культур без существенного нарушения экологии. Требуемый уровень можно дать в процентах от эталона для тех же или иных лесорастительных условий. На участках с пересеченным рельефом или вблизи водных объектов плужные способы обработки почвы со сбросом воды по бороздам, видимо, могут быть сертифицированы лишь при организации отстойников в местах вывода воды с лесокультурной площади.

Отказ от лесохозяйственных приемов, обеспечивающих значительное повышение продуктивности и устойчивости древостоев (обработка почвы в сочетании с гидромелиорацией, химические способы защиты от вредителей, болезней, конкурирующей растительности, применение минеральных удобрений), вряд ли можно считать решением проблемы, особенно в условиях высокого техногенного загрязнения среды. Необходим поиск компромиссных решений, ибо хорошо растущие древостои улучшают климат и больше поглощают атмосферного углерода. Известно, что на формирование 1 м³ древесины затрачивается в среднем 0,3 т углекислого газа).

Повышение продуктивности лесов – приоритетная проблема для России. В связи с этим должен быть создан такой экономический механизм, который стимулировал бы привлечение средств в воспроизводство лесных ресурсов, обеспечив баланс экономических и экологических интересов страны и ее отдельных регионов. В царской России таким механизмом служил лесокультурный залог, размер которого гарантировал восстановление хозяйственно-ценного молодняка по оптимальным для данных лесорастительных условий технологиям. Введение залога в 1899 году позволило многократно

увеличить объем качественного восстановления лесов, так как его можно было использовать только на содержание лесных питомников, лесокультурные работы и наем персонала, обеспечивающего целевое использование средств и качество посадок. Многие участки культур, заложенных в те годы, до сих пор являются уникальными памятниками природы.

Рекомендуемая литература

1. Критерии и индикаторы устойчивого управления лесами РФ. М.: ВНИИЦлесресурс, 1996. – 15 с.
2. Моисеев Н.А, Писаренко А.И. На пути к новой парадигме (О XX Конгрессе ИЮФРО) // Лесное хозяйство, № 2, 1996. – С. 5–10.
3. Птичников А.В. Леса России. Независимая сертификация и устойчивое управление. Вып. 1. М.: WWF RPO, 2000. – 160 с.
4. Страхов В.В., Миеттинен П. Сертификация в России // Семинар по лесной сертификации в современной Европе. М.–СПб., 2000.

Контрольные вопросы

1. С чем связана необходимость экологической сертификации лесной продукции?
2. Назовите индикаторы, по которым предлагается оценивать качество лесокультурных работ в регионе, в лесхозе.
3. Дайте обоснование основных индикаторов оценки эффективности лесовосстановления на национальном уровне.
4. Какие вопросы лесокультурного производства нуждаются в доработке для оценки по международным требованиям действующего в настоящее время аудита?
5. Сделайте оценку эффективности лесовосстановления по материалам своего лесхоза.

КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

Предназначено для студентов заочной формы обучения. Состоит из 5 вопросов по каждому из вариантов. Номер варианта соответствует последней цифре номера зачетной книжки студента. Ответы на вопросы контрольного задания должны быть полными, конкретными и, по возможности, краткими.

Работа выполняется в тонкой ученической тетради с указанием на ее обложке фамилии студента, курса, группы и номера зачетной книжки.

Варианты контрольного задания**Вариант 1**

1. В каких административных областях России имеет место повышенное радиоактивное загрязнение?
2. В чем отличия топливных и лесосырьевых плантаций?
3. По каким индикаторам проводится оценка эффективности лесокультурного производства?
4. Как осуществляется подбор лиц для работы в зонах с повышенной радиацией?
5. В чем суть и преимущества влажного обескрыливания семян?

Вариант 2

1. Какие биогеоценозы наиболее устойчивы к радиации?
2. Какие эдатопы подходят для закладки лесосырьевых плантаций сосны обыкновенной?
3. В чем недостатки современного подхода к сертификации в лесокультурном производстве?
4. Какие данные должны быть в Санитарном паспорте для проведения лесохозяйственных работ в зонах с радиоактивным загрязнением?
5. Зачем нужна сепарация семян хвойных пород по массе и размерам и как ее делают?

Вариант 3

1. Что дает облесение радиоактивно-загрязненных территорий?
2. Обоснуйте выбор пород для закладки лесосырьевых плантаций.
3. Назовите индикаторы оценки качества лесокультурных работ в регионе.
4. Изложите санитарно-гигиенические требования к средствам индивидуальной защиты.
5. Назовите перспективные направления работ в селекционном семеноводстве.

Вариант 4

1. Дайте классификацию лесных экосистем по срокам пострadiaционного восстановления.
2. В чем особенности целевого посадочного материала для плантаций?
3. Зачем нужна сертификация результатов лесокультурного производства?
4. Как проводится дезактивация техники?
5. Изложите шведскую технологию переработки шишек.

Вариант 5

1. Как надо организовать защиту лесов от пожаров на площадях с радиационной опасностью?

2. В каких ситуациях требуется внесение удобрений при плантационном выращивании?
3. Обоснуйте значимость индикатора по возрастным группам насаждений лесного фонда при лесной сертификации.
4. Как обустроить места отдыха рабочих при закладке культур в зоне радиоактивного загрязнения?
5. Назовите преимущества и недостатки популяционной схемы селекции.

Вариант 6

1. Какие ограничения лесопользования имеют место в III зоне радиоактивного загрязнения?
2. Назовите основные факторы успешного роста плантаций хвойных пород.
3. Обоснуйте необходимость оценки при сертификации доли участия целевых пород в составе молодняков.
4. Перечислите документы, которые надо подготовить к началу лесокультурных работ в зонах с повышенной радиацией.
5. Назовите размер потерь от нерегламентированной переброски семян.

Вариант 7

1. Какой вид растительности наиболее чувствителен к загрязнению окружающей среды и служит индикатором?
2. Перечислите основные технологические операции при создании плантаций на переувлажненных почвах.
3. Как подсчитать средневзвешенный класс качества культур в лесхозе?
4. По каким показателям делается оценка радиационной обстановки на лесокультурной площади?
5. Назовите размер потерь от нерегламентированного использования семян по эдафическим экотипам.

Вариант 8

1. Какие технологические приемы используют при лесоразведении во II и III зонах радиоактивного загрязнения?
2. От чего зависит исходная густота плантационных культур?
3. Какие вопросы сертификации лесокультурного производства в России требуют доработки?
4. Для чего оформляется наряд-допуск? Какой документ к нему прилагается в обязательном порядке?
5. С чем связано слабое и редкое семеношение сосны на Крайнем севере? Как следует организовать закладку семенных плантаций?

Вариант 9

1. Назовите зоны и плотность загрязнения, где можно вести лесное хозяйство и лесоразведение.

2. Задачи механической обработки почвы под ускоренное выращивание.
3. Назовите лесокультурные индикаторы неистощительного лесопользования.
4. Изложите регламент дезактивации одежды рабочих, работающих на загрязненных радионуклидами площадях.
5. Чем обусловлено высокое качество семян после длительного срока хранения по шведской технологии?

Вариант 10

1. Какие ограничения есть при использовании древесины, ягод и грибов с радиоактивным загрязнением?
2. Назовите эдатопы, рекомендуемые для закладки плантаций ели европейской?
3. С чем связана необходимость сертификации лесной продукции?
4. На какие вопросы надо обратить внимание при инструктаже работающих в радиоактивных зонах?
5. Как организованы сбор и хранение лесосеменного сырья в шведских фирмах?